



# Universidad de Cuenca

## Facultad de Ingeniería

### Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones

---

Implementación de un sistema dedicado a la  
venta de especies valoradas de la Universidad de  
Cuenca, empleando dinero electrónico como  
medio de pago

---

---

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero en  
Electrónica y Telecomunicaciones.*

---

**Autor :**

Felipe Santiago Roldán Rodríguez

C.I. 0105276323

**Director :**

Ing. Darwin Fabián Astudillo Salinas, PhD

C.I. 0103907036

**Co-Director :**

Ing. Luis Ismael Minchala Ávila, PhD

C.I. 0301453486

---

Cuenca - Ecuador

2018







## Resumen

Con el propósito de brindar soluciones que optimicen trámites universitarios y agregar una mejora significativa en el quehacer de la institución, el presente trabajo muestra una propuesta que automatiza la compra y venta de especies valoradas de la Universidad de Cuenca, para lo cual plantea que este proceso sea realizado a través de un dispositivo tecnológico conocido como dispensador de especies valoradas que servirá como mediador entre el comprador de especies valoradas y la Universidad; donde el comprador gestiona su pedido a través de una aplicación móvil desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, interactúa con el dispositivo tecnológico a través de NFC y códigos QR y realiza un pago por medio de un proveedor de pagos móviles basado en la plataforma USSD de dinero electrónico (Efectivo desde mi celular).

La propuesta presentada incluye el diseño del dispensador de especies valoradas, en base a dos sistemas: mecánico y electrónico, también muestra el diseño de la aplicación móvil y el desarrollo de un servidor de gestión de compra y venta de especies valoradas que se encarga de administrar la comunicación entre el dispensador de especies valoradas, la aplicación móvil y el proveedor de pagos móviles. Finalmente concluye con la presentación de los resultados desde los puntos de vista del comprador y la Universidad, en donde para el comprador abarca el proceso involucrado durante la entrega de especies valoradas y para la Universidad un monitor con la información de las transacciones recibidas por compras de especies valoradas.

**Palabras claves :** NFC, Pagos Móviles, QR, USSD .





# Abstract

In order to provide solutions which optimize university processes and add a significant improvement of the institution, this work shows a proposal to automate the purchase and sale of Universidad de Cuenca's valued species. Hence it raises that such processes might be performed through a technological device known as valued species dispenser. This dispenser will work as mediator between valued species buyer and the University where the buyer manages his order through a mobile application developed for mobile devices with Android operating system, he also interacts with the technological device through NFC and QR codes and he makes a payment through a mobile payment provider based on USSD platform of dinero electronico (Efectivo desde mi celular).

Also, next work includes the design of valued species dispenser which is based on two systems: mechanical and electronic. Moreover it shows mobile application design and the development of a valued species management server which manages communication between valued species dispenser, mobile application and mobile payment provider. Finally it concludes with the presentation of results since buyer and University point of view, where since buyer point of view it includes associated process in purchase of valued species while a University point of view it shows a transaction monitor which has information about purchase of valued species.

**Keywords :** *Mobile payments*, NFC, QR, USSD





# Índice general

Resumen	III
Abstract	V
Índice general	VII
Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XVII
Dedicatoria	XXIII
Agradecimientos	XXV
Abreviaciones y Acrónimos	XXVII
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación . . . . .	1
1.2. Alcance . . . . .	2
1.3. Objetivos . . . . .	2
1.3.1. Objetivo general . . . . .	2
1.3.2. Objetivos específicos . . . . .	2
1.4. Contribuciones de la tesis . . . . .	3
<b>2. Sustento teórico</b>	<b>5</b>
2.1. Pagos móviles . . . . .	5
2.1.1. Clasificación de los pagos móviles . . . . .	6
2.1.2. Tecnologías usadas en pagos móviles . . . . .	8
2.1.3. Situación a nivel mundial . . . . .	9



2.1.3.1.	Entorno en países de Asia . . . . .	10
2.1.3.2.	Ambiente en Europa . . . . .	11
2.1.3.3.	Realidad de Estados Unidos . . . . .	11
2.1.3.4.	Entorno en África . . . . .	12
2.1.3.5.	Entorno en Ecuador . . . . .	12
2.1.4.	Factores conductores . . . . .	14
2.1.5.	Cuestiones en seguridad . . . . .	15
2.1.6.	Expectativas de los involucrados . . . . .	16
2.2.	Códigos QR . . . . .	17
2.2.1.	Características básicas . . . . .	17
2.2.2.	Estructura del código . . . . .	19
2.3.	<i>Near Field Communication (NFC)</i> . . . . .	20
2.4.	Arduino . . . . .	23
2.4.1.	Hardware . . . . .	23
2.4.2.	Software . . . . .	24
<b>3.</b>	<b>Desarrollo e implementación del prototipo</b>	<b>25</b>
3.1.	Arquitectura . . . . .	25
3.2.	Principio de funcionamiento . . . . .	27
3.3.	Planteamiento . . . . .	28
3.3.1.	Caso 1: No existen especies valoradas . . . . .	29
3.3.2.	Caso 2: Existen especies valoradas . . . . .	30
3.4.	Diseño . . . . .	32
3.4.1.	Dispensador de especies valoradas . . . . .	32
3.4.1.1.	Sistema Electrónico . . . . .	32
3.4.1.2.	Sistema Mecánico . . . . .	38
3.4.1.3.	Programación . . . . .	44
3.4.2.	Aplicación móvil . . . . .	49
3.4.2.1.	Conceptualización de la interfaz de usuario . . . . .	49
3.4.2.2.	Acceso al proveedor de M-Payments . . . . .	52
3.4.2.3.	Comunicación con el servidor de gestión de compra y venta . . . . .	53
3.4.3.	Servidor de gestión de compra y venta . . . . .	53
3.4.3.1.	Software . . . . .	54
3.4.3.2.	Dispositvo gateway . . . . .	56
3.4.3.3.	Comunicación con el dispensador de especies valoradas	57



<b>4. Resultados y conclusiones</b>	<b>59</b>
4.1. Prototipo elaborado . . . . .	59
4.2. Resultados operativos . . . . .	60
4.2.1. Punto de vista del comprador . . . . .	60
4.2.2. Punto de vista del beneficiario . . . . .	63
4.3. Conclusiones y trabajos futuros . . . . .	64
<b>A. Partes del sistema mecánico del dispensador de especies valoradas</b>	<b>69</b>
<b>B. Ensamblaje del sistema mecánico del dispensador de especies valoradas</b>	<b>103</b>
<b>C. Partes de carcasa protectora</b>	<b>119</b>
<b>D. Montaje de carcasa protectora</b>	<b>133</b>
<b>E. Esquemas de conexión del sistema Electrónico</b>	<b>139</b>
<b>F. PCBs realizados</b>	<b>143</b>
<b>G. Manual de usuario aplicación móvil</b>	<b>145</b>
<b>H. Hoja de especificaciones integrado CD4066B</b>	<b>153</b>
<b>I. Hoja de descripción de pines Arduino MEGA</b>	<b>157</b>
<b>J. Hoja de descripción de pines Arduino UNO</b>	<b>159</b>
<b>K. Hoja de datos Circuito Integrado Wiznet 5100</b>	<b>161</b>
<b>L. Hoja de datos módulo NFC PN532</b>	<b>167</b>
<b>M. Especificaciones de mini impresora termal</b>	<b>171</b>
<b>N. Hoja de datos L298N</b>	<b>173</b>
<b>Ñ. Hoja de datos del sensor óptico de herradura EE-SX1137</b>	<b>177</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>181</b>







# Índice de figuras

1.1. Distancias del Campus Central de la Universidad de Cuenca respecto a sus otros Campus . . . . .	2
2.1. Ilustración de un pago de proximidad . . . . .	6
2.2. Usuarios de pagos móviles en todo el mundo . . . . .	9
2.3. Respuesta a usuarios de <a href="#">EDMC</a> .(Izq. <a href="#">USSD</a> , Der. <a href="#">SMS</a> ) . . . . .	13
2.4. Suscriptores de teléfono celular en el mundo del 2009 al 2017 . . . . .	14
2.5. Ejemplo de un código <a href="#">QR</a> . . . . .	17
2.6. Variación de tamaños de códigos <a href="#">QR</a> . . . . .	18
2.7. Estructura de un código <a href="#">QR</a> . . . . .	19
2.8. Estructura de un <i>finder pattern</i> . . . . .	20
2.9. Esquema de roles en el intercambio de datos entre dispositivos <a href="#">NFC</a> . .	21
2.10. Tag <a href="#">NFC</a> en forma de sticker . . . . .	22
2.11. Arduino UNO . . . . .	24
3.1. Arquitectura del sistema propuesto . . . . .	26
3.2. Principio de funcionamiento de una solicitud de compra . . . . .	27
3.3. Principio de funcionamiento de autorización y ejecución de pago . . . .	28
3.4. Principio de funcionamiento entrega de especie valorada . . . . .	28
3.5. Diagrama de secuencias sin especies . . . . .	29
3.6. Diagrama de secuencias compra de especies . . . . .	30
3.7. Sistema electrónico del dispensador . . . . .	32
3.8. Arduino Ethernet Shield. . . . .	33
3.9. Izq. Pantalla (TFT-320QVT), Der. Adaptador de pantalla(Shield TFT)	34
3.10. Modulo NFC PN532. . . . .	34
3.11. Mini impresora termal . . . . .	35
3.12. Sensor optico de herradura EE-SX1137 . . . . .	36



3.13. Motor reductor . . . . .	37
3.14. Puente H . . . . .	37
3.15. Acoplamiento entre rueda dentada principal A y motor reductor B . . .	38
3.16. Conjunto mecánico: rueda dentada A hacia rueda dentada E . . . . .	39
3.17. Elementos involucrados durante el proceso de alimentación de hoja . . .	39
3.18. Rodillo alimentador de hoja . . . . .	40
3.19. Engranaje controlador del rodillo alimentador hoja. . . . .	41
3.20. Conjunto controlador del movimiento del rodillo alimentador de hoja . .	41
3.21. Leva separadora de hojas y rodillo alimentador de hojas . . . . .	42
3.22. Elementos involucrados durante el proceso de detección de hoja. . . . .	43
3.23. Elementos involucrados durante el proceso de expedición de hoja. . . . .	43
3.24. Instancias de objetos dentro del código fuente de la tarjeta principal. . .	45
3.25. Diagrama de flujo del programa grabado dentro del Arduino Mega . . .	48
3.26. Conceptualización de la aplicación móvil . . . . .	49
3.27. Pantallas utilizadas para el registro de información en la aplicación móvil	50
3.28. Pantallas utilizadas para visualización y edición de cuenta . . . . .	50
3.29. Pantallas utilizadas para la compra de especies valoradas . . . . .	51
3.30. Ventana emergente que solicita la ejecución de pago . . . . .	51
3.31. Secuencia de pago utilizando <a href="#">EDMC</a> . . . . .	52
3.32. Monitor del servidor . . . . .	53
3.33. Diagrama de flujo del servidor de gestión de compra y venta . . . . .	54
3.34. Módulo GPRS SIM900 . . . . .	56
3.35. Estructura de las tramas enviadas al dispensador desde el servidor . . .	57
4.1. Dispensador de especies valoradas construido . . . . .	59
4.2. Ruedas dentadas: (C), (I) y (Y) fabricadas mediante impresión 3D . . .	60
4.3. Pantalla del dispensador preparado . . . . .	61
4.4. <a href="#">OTP</a> en formato <a href="#">QR</a> mostrado en la pantalla del dispensador . . . . .	61
4.5. <a href="#">OTP</a> almacenado en la etiqueta NFC del dispensador . . . . .	62
4.6. Mensaje de entrega de especie valorada . . . . .	62
4.7. Especies valoradas entregadas . . . . .	63
4.8. Monitor de transacciones del servidor en ejecución . . . . .	64
B.1. Acoplamiento de caucho inferior de hoja deslizante (b) y rodillo inferior (c) . . . . .	104
B.2. Acoplamiento del eje (d) dentro del rodillo inferior (c) . . . . .	104
B.3. Montaje del conjunto (d),(c) y (b) en el soporte (e) . . . . .	105



B.4. Acoplamiento del soporte (e) dentro del soporte de superficie deslizante (S) . . . . .	105
B.5. Montaje de leva separadora de hojas (T) dentro del soporte de superficie deslizante (S) . . . . .	106
B.6. Acoplamiento de rueda dentada (I) y elemento de bloqueo (O) . . . . .	106
B.7. Montaje de rueda dentada (I) sobre soporte de superficie deslizante (S) .	107
B.8. Montaje de rueda dentada (K) sobre soporte de superficie deslizante (S)	107
B.9. Montaje del caucho (Q) sobre rodillo alimentador de hoja (P) . . . . .	108
B.10. Acoplamiento del rodillo alimentador de hoja (P) y elemento de bloqueo (N) . . . . .	108
B.11. Montaje del resorte entre rodillo alimentador de hoja (P) y elemento de bloqueo (N) . . . . .	108
B.12. Montaje del conjunto rueda dentada (L) y rueda de trinquete (M) sobre rodillo alimentador de hoja (P) . . . . .	109
B.13. Montaje del rodillo alimentador de hoja (P) sobre soporte de superficie deslizante (S) . . . . .	109
B.14. Acoplamiento de los soportes de las ruedas dentadas (F), (G) y (H) . . .	110
B.15. Montaje del soporte (f) y rueda dentada (H) . . . . .	110
B.16. Montaje del soporte (g) y ruedas dentadas (F) y (G) . . . . .	111
B.17. Estructura interior (a) del dispensador de especies valoradas . . . . .	111
B.18. Montaje de la estructura interior (a) del dispensador de especies valoradas y el resorte (h) . . . . .	112
B.19. Acoplamiento de bandeja de hoja (i) y estructura interior (a) . . . . .	112
B.20. Montaje de la rueda dentada (C) y el rodillo (D) . . . . .	112
B.21. Acoplamiento de rueda dentada (C) y rodillo (D) con la estructura interior (a) . . . . .	113
B.22. Acoplamiento rodillo (D) y rueda dentada (E) . . . . .	113
B.23. Acoplamiento del soporte de superficie deslizante (S) y estructura interior (a) . . . . .	114
B.24. Montaje del soporte (g) en la estructura interior (a) . . . . .	114
B.25. Montaje del motor reductor (B) en la estructura interior (a) . . . . .	114
B.26. Acoplamiento de la rueda dentada principal (A) . . . . .	115
B.27. Montaje del rodillo (Z) en la estructura interior (a) . . . . .	115
B.28. Acoplamiento de la rueda dentada (Y) en el rodillo (Z) . . . . .	115
B.29. Montaje del soporte de sensor de herradura (k) en el soporte (j) . . . . .	116
B.30. Montaje del sensor herradura (W) en el soporte (k) . . . . .	116



B.31. Montaje de los rodillos (V) en el soporte (U) . . . . .	116
B.32. Montaje de la pestaña móvil (X) en el soporte (U) . . . . .	117
B.33. Montaje del soporte (U) en el soporte (j) . . . . .	117
B.34. Acoplamiento del soporte (j) en la estructura interior (a) . . . . .	118
B.35. Montaje de la tapa (n) en la estructura interior (a) . . . . .	118
D.1. Montaje del sistema mecánico sobre base de la carcaza . . . . .	134
D.2. Acoplamiento de carcaza frontal (o) y soporte interior (p) . . . . .	134
D.3. Montaje de la carcaza frontal (o) y el soporte interior (p) sobre base . .	134
D.4. Acoplamiento de soporte interior (s) y carcaza lateral derecha (t) . . . .	135
D.5. Montaje de la carcaza lateral derecha (t) sobre base (r) . . . . .	135
D.6. Montaje de la carcaza lateral izquierda (u) . . . . .	135
D.7. Montaje de la carcaza posterior (v) . . . . .	136
D.8. Acoplamiento de tapa de carcaza (w) . . . . .	136
D.9. Acoplamiento de laterales de (x) y (y) de la bandeja de hoja . . . . .	136
D.10. Montaje de los laterales (x) y (y) de la bandeja de hoja sobre tapa de carcaza (w) . . . . .	137
D.11. Acoplamiento de tapa (z) de bandeja de hoja . . . . .	137
E.1. Esquema de conexión de la tarjeta principal Arduino Mega . . . . .	140
E.2. Esquema de conexión del Arduino Ethernet Shield e impresora termal .	140
E.3. Esquema de conexión entre pantalla (TFT-320QVT) y el adaptador de pantalla (Shield TFT) . . . . .	141
E.4. Esquema de conexión del sensor de hoja . . . . .	141
E.5. Esquema de conexión del módulo <b>NFC</b> y circuito asociado al módulo <b>NFC</b>	142
E.6. Esquema de conexión del módulo L298N y motor reductor . . . . .	142
F.1. PCB del control SPI del módulo <b>NFC</b> . . . . .	144
F.2. PCB del control de alimentación del módulo <b>NFC</b> . . . . .	144
F.3. PCB del circuito sensor de hoja . . . . .	144
G.1. Icono de la aplicación móvil . . . . .	146
G.2. Pantalla de carga de la aplicación móvil . . . . .	146
G.3. Botón Avanzar . . . . .	147
G.4. Pantallas para registro de información . . . . .	147
G.5. Pantalla de solicitud de compra . . . . .	148
G.6. Pantalla de autorización de pago por especies valoradas . . . . .	149



G.7. Ventana de confirmación de compra . . . . .	149
G.8. Ventana de ingreso de clave . . . . .	149
G.9. Mensaje indicador de transacción completada . . . . .	150
G.10.Menú de la aplicación móvil . . . . .	150
G.11.Pantalla de datos de usuario . . . . .	151
G.12.Pantalla de edición de datos de usuario . . . . .	151
G.13.Ejemplo de mensaje de alerta . . . . .	152





# Índice de tablas

2.1. Clasificación de los pagos móviles . . . . .	8
2.2. Expectativas de involucrados en pagos móviles . . . . .	17
2.3. Niveles de corrección de errores de los códigos QR . . . . .	18
2.4. Tipos de <i>tags</i> NFC . . . . .	22
2.5. Aplicaciones de <i>smart cards</i> . . . . .	23
3.1. Parámetros del motor reductor . . . . .	37
3.2. Parámetros de configuración relacionados al Ethernet Shield . . . . .	46
3.3. Parámetros para la comunicación entre el servidor y la aplicación . . . . .	53
3.4. Tareas que permiten realizar los comandos enviados al dispensador . . . . .	57
3.5. Datos acompañantes de los comandos enviados desde el servidor al dispensador . . . . .	58
3.6. Estructura y ejemplo de las tramas enviadas al dispensador . . . . .	58
G.1. Mensajes de alerta presentados durante eventos producidos en la ejecución de la aplicación . . . . .	152







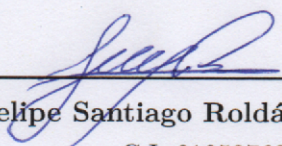
## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Felipe Santiago Roldán Rodríguez, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Implementación de un sistema dedicado a la venta de especies valoradas de la Universidad de Cuenca, empleando dinero electrónico como medio de pago.”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 8 de mayo de 2018

  
\_\_\_\_\_  
**Felipe Santiago Roldán Rodríguez.**  
C.I: 010527632-3







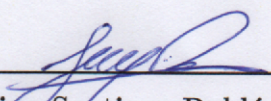


## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Felipe Santiago Roldán Rodríguez, autor del trabajo de titulación “Implementación de un sistema dedicado a la venta de especies valoradas de la Universidad de Cuenca, empleando dinero electrónico como medio de pago”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 8 de mayo de 2018.

  
\_\_\_\_\_  
**Felipe Santiago Roldán Rodríguez.**  
C.I: 010527632-3







# Dedicatoria

Dedico este trabajo con el que termino una fundamental etapa en mi formación profesional. A mis padres, María Eugenia y Felipe, quienes siempre han estado dispuestos a brindarme su mano y con cariño me han guiado en cada paso de mi vida. A mi hermana Priscila, quien me ha enseñado a valorar las hermosas cosas de la vida. Finalmente a mi sobrino Juan Sebastián, quien con su sonrisa y ocurrencias me alegra los días y ayuda a ser mejor persona.

**Felipe Santiago Roldán Rodríguez.**





# Agradecimientos

A la Universidad de Cuenca, por las oportunidades brindadas y ser mi casa de estudio durante mis años de formación académica.

A todos mis profesores de la universidad, por todas las enseñanzas y consejos valiosos impartidos en cada una de las clases y extra clases que he recibido.

A mis directores de tesis, Ingeniero Fabián Astudillo, PhD e Ingeniero Ismael Minchala, PhD por la dirección, tiempo, asesoría y consejos brindados durante el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de clase, por compartir conmigo cada una las experiencias que brinda la vida universitaria.

A mi familia, por el apoyo recibido en cada una de mis decisiones.

**Felipe Santiago Roldán Rodríguez.**







# Abreviaciones y Acrónimos

**B2B** *Business-to-Business*. 5, 10

**B2C** *Business-to-Consumer*. 5

**C2B** *Consumer-to-Business*. 5

**C2C** *Consumer-to-Consumer*. 5, 10

**CIS** *Commonwealth of Independent States*. 12

**E-Commerce** *Electronic Commerce*. 3

**EDMC** *Efectivo Desde Mi Celular*. 10–12, 26–28, 49, 51–53, 56

**EEPROM** *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*. 44

**EPC** *European Payments Council*. 10

**GSM** *Global System for Mobile communications*. 4, 6

**I2C** *Inter-Integrated Circuit*. 34

**IDE** *Integrated Development Environment*. 22, 23, 44

**IEC** *International Engineering Consortium*. 15

**IMS** *IP Multimedia Subsystem*. 6

**ISO** *International Organization for Standardization*. 15

**ITU** *International Telecommunication Union*. 12

**LTE** *Long Term Evolution*. 6

**M-Commerce** *Mobile Commerce*. 3, 4, 14

**M-Payments** *Mobile Payments*. 4, 6–15, 25–28, 30, 31, 49, 51–53, 56, 62

**MCU** *Microcontroller Unit*. 22, 23

**NFC** *Near Field Communication*. 3, 4, 6–8, 19–21, 27, 31, 33–35, 44–47, 49, 51, 60–62, 136, 138

**OTP** *One-Time Password*. 27, 28, 31, 33, 34, 47, 49, 50, 53–55, 58, 60–62



**PLA** *Polyactic Acid*. [59](#)

**QR** *Quick Response*. [3](#), [6](#), [7](#), [15–18](#), [27](#), [31](#), [33](#), [35](#), [44](#), [47](#), [49](#), [50](#), [60](#), [61](#)

**SIM** *Subscriber Identity Module*. [9](#)

**SMS** *Short Message Service*. [6](#), [7](#), [11](#), [12](#), [28](#), [31](#), [56](#)

**SPI** *Serial Peripheral Interface*. [34](#), [35](#), [44](#), [45](#)

**TCP** *Transmission Control Protocol*. [33](#)

**TPP** *Third Party Payment*. [10](#)

**UART** *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*. [34](#)

**UDP** *User Datagram Protocol*. [33](#)

**UMTS** *Universal Mobile Telecommunications System*. [6](#)

**USSD** *Unstructured Supplementary Service Data*. [6](#), [10–12](#), [28](#), [31](#), [52](#)

**WAP** *Wireless Application Protocol*. [6](#)



## Capítulo 1

# Introducción

El capítulo presentado a continuación aborda la justificación para la realización de un sistema dedicado a la compra y venta de especies valoradas de la Universidad de Cuenca, utilizando como medio de pago dinero electrónico, así como también el alcance del mismo con respecto al sistema a desarrollar y los objetivos que pretende cumplir.

### 1.1. Justificación

Especies valoradas de la Universidad de Cuenca, como: hojas certificadas y derechos universitarios, necesarias para realizar procesos administrativos y académicos de los miembros de la comunidad universitaria, actualmente son vendidas en horarios de oficina en el departamento de Tesorería ubicado en el Campus Central de la Universidad. Como hoy en día las instalaciones de la Universidad están integradas por cuatro Campus adicionales: Campus Paraíso, Campus Balzay, Campus Centro Histórico y Campus Yanuncay; separados a distancias aproximadas de: 2.33, 3.09, 1.09 y 2.70 kilómetros respectivamente (Figura 1.1) y considerando que esta distribución acarrea una serie de procesos logísticos asociados durante la adquisición de las especies valoradas, en el trabajo desarrollado a continuación se propone un sistema que aporta a la transformación digital de la Universidad mediante el desarrollo de una solución que mejora, agiliza y facilita el proceso de compra y venta de especies valoradas.

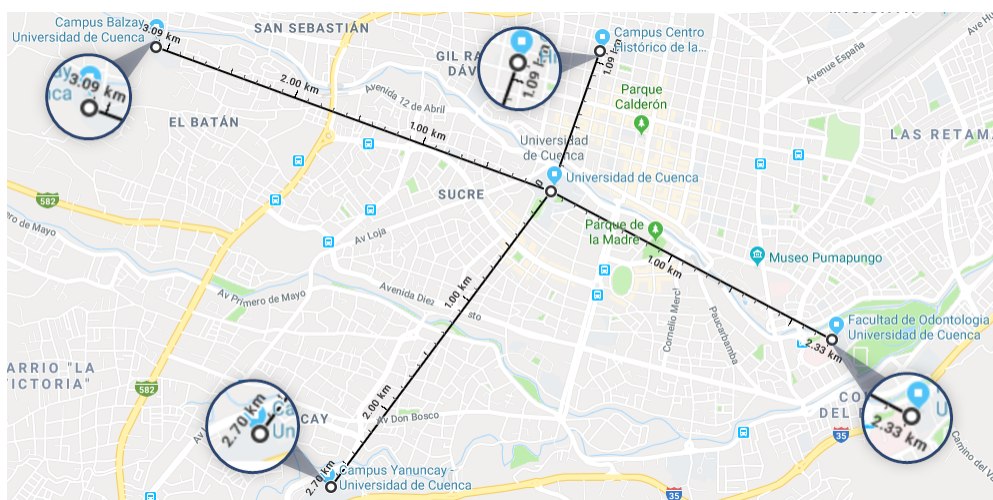


Figura 1.1: Distancias del Campus Central de la Universidad de Cuenca respecto a sus otros Campus

Fuente: Autor

## 1.2. Alcance

Para facilitar el trámite logístico se propone el diseño y construcción de un sistema automatizado que resuelva la compra y venta de especies valoradas de la Universidad utilizando como medio de pago dinero electrónico proporcionado por un proveedor de pagos móviles (*Mobile Payments (M-Payments)*, por sus siglas en inglés). Se pretende que la interacción y experiencia de usuario con el sistema sea a través de una aplicación celular que integrará tecnologías NFC y escaneo de códigos QR.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Automatizar el proceso de compra y entrega de especies valoradas otorgadas por la Universidad de Cuenca.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Construir y diseñar un mecanismo para efectuar la entrega de las especies valoradas.
- Implementar el pago de las especies valoradas utilizando dinero electrónico.
- Diseñar una aplicación celular para interactuar con el sistema.



## 1.4. Contribuciones de la tesis

Este trabajo de titulación presenta las siguientes contribuciones:

- Generación de un prototipo que mejora, agiliza y facilita procesos administrativos existentes en la comunidad universitaria, tales como: compra y venta de especies valoradas.
- Fomenta una cultura orientada a la utilización de medios de pagos electrónicos en la comunidad universitaria a través de sistemas de pagos móviles.



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



## Capítulo 2

# Sustento teórico

Este capítulo está dedicado a explorar el marco teórico de los conceptos asociados al sistema propuesto, el cual se basa en un principio de compra y venta a través de: un dispensador y un dispositivo móvil. Por lo que, abarca información relacionada a pagos móviles, donde se describe: su clasificación, tecnologías usadas, situación a nivel mundial, factores conductores para su desarrollo y cuestiones de seguridad. Además en este capítulo se hace mención de las tecnologías y plataformas usadas en el dispensador las cuales incluyen: Códigos [QR](#), [NFC](#) y Arduino.

### 2.1. Pagos móviles

El desarrollo de internet, ha facilitado el ingreso de las tecnologías de la información en campos tradicionales, uno de ellos es el comercio. De tal forma que a medida que pasa el tiempo, la producción y el consumo que implica alguna acción comercial está más cerca de los usuarios finales. Dando lugar al comercio electrónico ([Electronic Commerce \(E-Commerce\)](#), por sus siglas en inglés) el cual consiste en completar cada etapa dentro de una actividad comercial a través de medios electrónicos digitales. Esto incluye: publicación y búsqueda de información comercial, publicidad, suscripciones y pagos en una moneda electrónica, servicios pre y post venta, entre otros [\[1\]](#).

Con el crecimiento de las conexiones inalámbricas, el impacto generado por el [E-Commerce](#) y la revolución de los dispositivos móviles, nace el comercio móvil ([Mobile Commerce \(M-Commerce\)](#), por sus siglas en inglés) que puede ser visto como un subconjunto de [E-Commerce](#) [\[2, 3\]](#), pues comparte sus principios comerciales fundamentales con la diferencia que las transacciones son realizadas a través de un dispositivo móvil

vía conexiones inalámbricas [4]. *M-Commerce* es definido como “cualquier transacción que involucre la transferencia de propiedad o derechos de bienes o servicios, la cual es iniciada y/o completada mediante el uso de accesos móviles a redes computarizadas con la ayuda de dispositivos móviles” [5].

*M-Commerce* involucra procedimientos de pagos móviles (*M-Payments*, por sus siglas en inglés) que permiten concretar las transacciones dentro de actividades comerciales. ISACA una organización comprometida en el desarrollo, adopción y uso globalmente aceptado del conocimiento y prácticas líderes en la industria de los sistemas de información, define a los *M-Payments* como: “pagos por productos o servicios entre dos partes para las cuales un dispositivo móvil, tal como un teléfono celular, juega un rol clave en la realización del pago” [6].

### 2.1.1. Clasificación de los pagos móviles

Los *M-Payments* están clasificados de varias maneras, de acuerdo a la perspectiva en la que se los considere [7, 8, 9]. La clasificación más aceptada reconoce dos tipos de pagos en función de la ubicación y el medio en el que se comunican los involucrados; estos son: proximidad y remotos [7, 8].

1. **Pagos de proximidad:** En pagos de proximidad los equipos del pagador y el beneficiario (Figura 2.1) están en la misma ubicación y se comunican directamente usando tecnologías de proximidad tales como: *NFC*, Bluetooth, infrarrojo, entre otras [7].



Figura 2.1: Ilustración de un pago de proximidad

Fuente: [www.paymentscardsandmobile.com](http://www.paymentscardsandmobile.com)

2. **Pagos remotos:** En pagos remotos las transacciones son conducidas sobre redes de telecomunicaciones como la de *Global System for Mobile communications*





(GSM) o internet y pueden ser realizadas independientemente de la ubicación del pagador o su equipo [7].

Dependiendo de la naturaleza del pagador (Consumidor o *Consumer* en inglés) y beneficiario (Negocio o *Business* en inglés), los pagos móviles pueden también ser clasificados como: *Consumer-to-Consumer* (C2C), *Consumer-to-Business* (C2B), *Business-to-Consumer* (B2C) y *Business-to-Business* (B2B).

1. **Pagos C2C:** Se originan cuando el pago se realiza de persona a persona; por ejemplo: el préstamo a un amigo. Donde una persona A decide realizar un pago a otra persona B, a través de un aplicativo de gestión de dinero disponible en su teléfono celular. Para lo cual: A ingresa al aplicativo, a continuación introduce el teléfono de B, posteriormente selecciona y confirma el monto a transferir.
2. **Pagos C2B:** Son aquellos, donde el pago se realiza desde un cliente hacia un negocio y la interacción es originada por el usuario final (cliente); por ejemplo: pago de boletos para un partido de fútbol. Donde una persona A decide ir al estadio para apoyar al equipo de fútbol local. En la entrada del estadio, A paga su boleto desde su teléfono a través de la interacción de un aplicativo celular y un punto de venta.
3. **Pagos B2C:** Suceden cuando el pago se realiza de un negocio a un cliente; por ejemplo: reembolso a clientes al no recibir pedidos. Suponiendo que un cliente A no recibe su compra del negocio B en un plazo de entrega estimado, al terminar el plazo de entrega B le ofrecerá un reembolso completo.
4. **Pagos B2B:** Se establecen al realizar pagos de un negocio a otro negocio; por ejemplo: pago de una cena de negocios. Para una cena el gerente de cierta empresa A invita a un prospecto de cliente en un restaurante B. Al terminar la cena el gerente de A decide pagar a B con la tarjeta corporativa de A embebida en su teléfono celular.

Como se puede intuir de las clasificaciones mencionadas, los tipos de *M-Payments* son complementarios. Es así que a continuación se muestra la Tabla 2.1, la cual asocia los ejemplos de los pagos clasificados por la naturaleza de los involucrados con los pagos clasificados por la ubicación y el medio por el que se comunican los involucrados.

Tabla 2.1: Clasificación de los pagos móviles

Pago	C2C	C2B	B2C	B2B
Proximidad		Pago de boletos para partido		Pago de cena de negocios
Remoto	Préstamo a un amigo		Reembolso de dinero	

### 2.1.2. Tecnologías usadas en pagos móviles

Los *M-Payments* pueden ser realizados mediante diferentes tecnologías. Las principales [9, 10, 11] incluyen las basadas en: *Short Message Service* (SMS), *Unstructured Supplementary Service Data* (USSD), *Wireless Application Protocol* (WAP)/Web, NFC y el uso de códigos QR. Donde SMS, WAP/Web y USSD predominan en pagos remotos, mientras que NFC predomina en pagos de proximidad [9]. A continuación se mencionan las tecnologías usadas para el desarrollo del proyecto: USSD, NFC y códigos QR.

#### USSD:

Conocido como servicio suplementario de datos no estructurados (*Unstructured Supplementary Service Data* (USSD)), por sus siglas en inglés), es un servicio suplementario creado en GSM, compatible con redes UMTS (ETSI TS 122 090, ETSI TS 123 090, ETSI TS 124 090) y redes LTE a través de IMS (ETSI TS 124 390). USSD es un servicio orientado a la conexión [12] el cual habilita una interacción de alta velocidad por medio de mensajes entre clientes de redes móviles y proveedores de servicios. Soporta hasta 182 caracteres y puede ofrecer servicios como: *Push Based Services* y *Pull Based Services* [12].

- **Push Based Services:** Son servicios iniciados por la red móvil [13], por ejemplo: aplicaciones de publicidad o promociones para contratar servicios.
- **Pull Based Services:** Son iniciados por usuarios de la red móvil [14], mediante el envío de una combinación específica de teclas como: #, \* y caracteres numéricos [12, 14]. Utilizados para aplicaciones para: transferencia de dinero, consulta de saldo, contratación de servicios, entre otras.

#### NFC:

NFC posibilita una manera simple y segura de interacciones de dos vías entre dispositivos electrónicos, otorgando a consumidores el acceso a contenido digital,

al conectar dispositivos tecnológicos y realizar transacciones únicamente cuando los dispositivos están a una distancia de unos pocos centímetros [15].

### Códigos QR:

El escaneo de códigos QR desde las cámaras de dispositivos móviles permite concretar transacciones de *M-Payments*.

### 2.1.3. Situación a nivel mundial

Los *M-Payments* comenzaron en 1997, cuando Nokia habilitó los pagos de bebidas gaseosas en máquinas vendedoras, instaladas en Helsinki, capital de Finlandia. Las máquinas aceptaban pagos vía servicio de mensajes cortos (SMS, por sus siglas en inglés) provenientes de teléfonos celulares. Ese año, el banco de Merita con sede en Finlandia lanza el primer servicio de banca usando SMS [16]. En 1998 las primeras ventas de contenido digital; como: descargas a teléfonos celulares fueron posibles cuando el primer comercial de *ringtones* descargables fue lanzado en Finlandia por Radiolinja [17], a partir de ese momento más y más aplicaciones relacionadas a los *M-Payments* han ido apareciendo hasta expandirse por todo el mundo, tal que, el número de usuarios de *M-Payments* registrados hasta el 2012 fue de alrededor de los 200.8 millones de usuarios (Figura 2.2), con una proyección esperada hasta finales del 2017 de 450 millones de usuarios [18].

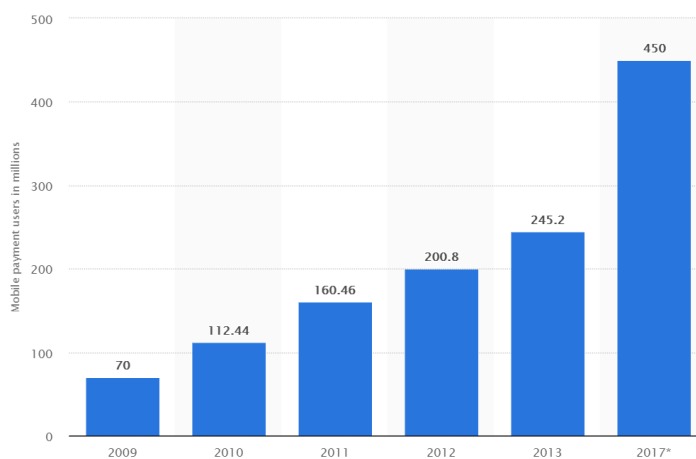


Figura 2.2: Usuarios de pagos móviles en todo el mundo  
Fuente: [18]

Por otro lado el desarrollo de los *M-Payments* varía de país en país en términos de madurez y penetración. Por lo cual diferentes países han seleccionado diferentes tecnologías y modelos de negocios que se ajusten a sus propias realidades; descritas a continuación.

#### 2.1.3.1. Entorno en países de Asia

En un estudio realizado por Deloitte [9], en Corea el 70 % de las transacciones de pagos electrónicos son completadas vía teléfonos móviles. El desarrollo rápido de los *M-Payments* en Corea se atribuye al fuerte apoyo del gobierno (el cual adoptó varias políticas formando un buen entorno para el apoyo al desarrollo de los *M-Payments*) y a un trabajo conjunto y participativo de: operadores de telecomunicaciones (donde los tres principales son: SKT, KFT y LGT) y bancos (quienes han prestado gran atención al sector móvil bancario debido a que el costo de las transacciones móviles bancarias es solo 1/5 de las transacciones *face-to-face*.).

Al igual que Corea, Japón presenta un proceso liderado por operadores de telecomunicaciones con participación activa de los bancos. De acuerdo a [9] en diciembre del 2010 cerca de 98 millones de suscriptores usaron servicios de los *M-Payments*, donde el operador de redes móviles que tiene una porción predominante en el mercado es NTT DoCoMo, debido a que su sistema de pagos móviles a través de NFC ha facilitado su utilización además de haber simplificado significativamente procesos complicados durante los pagos. Este operador de redes móviles con el propósito de motivar a los bancos y comerciantes invirtió capital en ellos para mejorar el control sobre la cadena de valor en los *M-Payments*, adquiriendo el 34 % de las acciones de Sumitomo Mitsui Card Company en Abril del 2005, así como también el 18 % de acciones de UC Card en marzo del 2006. Además de un buen ecosistema de pagos móviles al garantizar la participación de los bancos por medio de grandes inversiones, existen 3 razones [9] del por qué las portadoras de servicio móvil dominaron la industria de los pagos móviles en Japón; estas son leves regulaciones financieras, poca dependencia de tarjetas de créditos y gran número de suscriptores de servicio móvil.

En India los operadores de servicio móvil y los bancos cooperan juntos para explorar los mercados móviles. En enero del 2011, dos gigantes de telecomunicaciones en India firmaron acuerdos con los 2 principales bancos de India para explorar servicios de *M-Payments*. Bharti Airtel es la operadora de servicios móviles más grande de India en



cantidad de usuarios. El State Bank de India es el banco más grande de India en términos de posesión de capital. Las dos compañías co-fundaron una empresa avaluada en mil millones de rupias, esta empresa provee servicios bancarios y financieros a través de terminales móviles. Vodafone (Essar) la tercer operadora de servicios móvil más grande en India e ICICI Bank el banco privado más grande de India, cooperaron juntos para entregar servicio móviles bancarios.

### 2.1.3.2. Ambiente en Europa

Los servicios de *M-Payments* en Europa están conjuntamente manejados por las operadoras de servicio móvil y los bancos, quienes son los socios aunque ellos no participan en actividades operacionales. Una investigación de ComScore mencionada en [9] muestra que en marzo del 2011, el 8.5 % de los suscriptores móviles de Reino Unido, Francia, España, Alemania e Italia realizaron *M-Payments* a través de sus terminales móviles. Desde la perspectiva tecnológica los operadores de telecomunicaciones y bancos en Europa están más inclinados a usar tarjetas *Subscriber Identity Module (SIM)* como herramientas para pagos de proximidad, con el motivo de balancear los intereses entre diferentes inversionistas y alimentar el desarrollo de los *M-Payments*.

En Europa el limitante más grande de los pagos es la dificultad de cambiar los hábitos del consumidor. Por ejemplo Barclays emitió 8 millones de *contactless cards* en Reino Unido en septiembre del 2007, sin embargo, solo existieron 150000 transacciones en septiembre del 2010.

### 2.1.3.3. Realidad de Estados Unidos

Presenta un proceso con la participación de múltiples agentes; como: instituciones financieras, portadoras de servicio móviles, proveedores de pagos a través de terceros (*Third Party Payment (TPP)*, por sus siglas en inglés) y proveedores de tecnología. En Estados Unidos los *M-Payments* remotos están creciendo rápidamente mientras que los pagos móviles de proximidad han encontrado ciertas dificultades. De acuerdo a [9] las transacciones en el mercado de productos al por menor a través del comercio móvil electrónico alcanzaron \$6.7 mil millones en 2011, mientras que hasta noviembre del 2017 según Statista [19] se alcanzó una cifra de \$156.28 mil millones con una proyección esperada para el 2021 de \$420.17 mil millones.

#### 2.1.3.4. Entorno en África

Debido a la economía subdesarrollada en África, éste es uno de los mercados más activos donde se producen *M-Payments* en el mundo. De acuerdo a [9] más del 60 % de la población rural no está bancarizada. Por lo que un ecosistema de pagos móviles lanzado por Safaricom en Kenia en 2007 y conocido como M-Pesa, hizo que los pagos móviles crezcan rápidamente. Para el 2010 M-Pesa atrajo a 13.5 millones de usuarios de los cuales 5 millones son del sector rural. Mientras que para febrero del 2012 se tuvo un registro de 18 millones usuarios. M-Pesa adopta la tecnología *USSD* por lo que básicamente es aplicable a todos los modelos de teléfono celular.

#### 2.1.3.5. Entorno en Ecuador

En un resumen de iniciativas en pagos móviles [20] realizado por el Consejo Europeo de Pagos (*European Payments Council (EPC)*, por sus siglas en inglés), menciona que en 2014 el Banco Central del Ecuador anunció el lanzamiento de un esquema de *M-Payments* que actúa como una billetera móvil, la cual es manejada a través de un dispositivo móvil, cuyo propósito es acceder, gestionar y usar servicios de *M-Payments*, con lo que se pretende construir un ecosistema que incluya pagos *C2C* y *B2B* además de ingreso y retiro de efectivo.

Este sistema conocido como *Efectivo Desde Mi Celular (EDMC)* o Dinero Electrónico, el cual es respaldado por dinero físico, vincula la plataforma móvil con la plataforma bancaria para que las cuentas móviles puedan recibir y enviar fondos. La interacción con este medio de pago se lo realiza via *USSD* a través de un teléfono celular marcando \*153#, donde se presentan los siguientes servicios:

1. **Activación de Cuenta:** Permite a un consumidor registrarse como usuario de *EDMC*.
2. **Solicitud de descarga o retiro de dinero:** A través de este servicio, un usuario de *EDMC* solicita una clave temporal, necesaria para retirar su dinero en cualquier centro de transacción o cajero vinculado a *EDMC*.
3. **Envío de dinero:** Conocido también como pago usuario a usuario, similar al sistema propuesto por M-Pesa, permite a un usuario de *EDMC* transferir dinero a otro usuario de *EDMC*.
4. **Transferencias Bancarias:** Permite a un usuario de *EDMC* transferir dinero a otra cuenta de otro banco, asociado *EDMC*.

5. **Pago de tarjetas de crédito:** Un usuario puede pagar los servicios de una tarjeta de crédito que haya registrado con la plataforma de [EDMC](#).
6. **Pago de servicios:** Un usuario puede pagar servicios asociados con [EDMC](#) tales como: agua, luz, entre otros.

Como punto adicional a los servicios mencionados, el sistema de [EDMC](#) permite cargar dinero a cualquier cuenta de [EDMC](#), para lo cual cualquier persona debe acercarse a un centro de transacción asociado con [EDMC](#), solicitar realizar una carga o depósito de dinero, indicar el número de teléfono al cual quiere depositar dinero y entregar el monto, mismo que será cargado en la cuenta de [EDMC](#) del propietario del número de teléfono entregado. También tiene la capacidad de aceptar remesas provenientes de países como: España, Italia, Bélgica, Estados Unidos, Reino Unido, Holanda y Chile. Además permite a negocios vinculados con [EDMC](#); tales como: supermercados, restaurantes, farmacias, tiendas de electrodomésticos, entre otros; realizar cobros a clientes asociados con [EDMC](#).

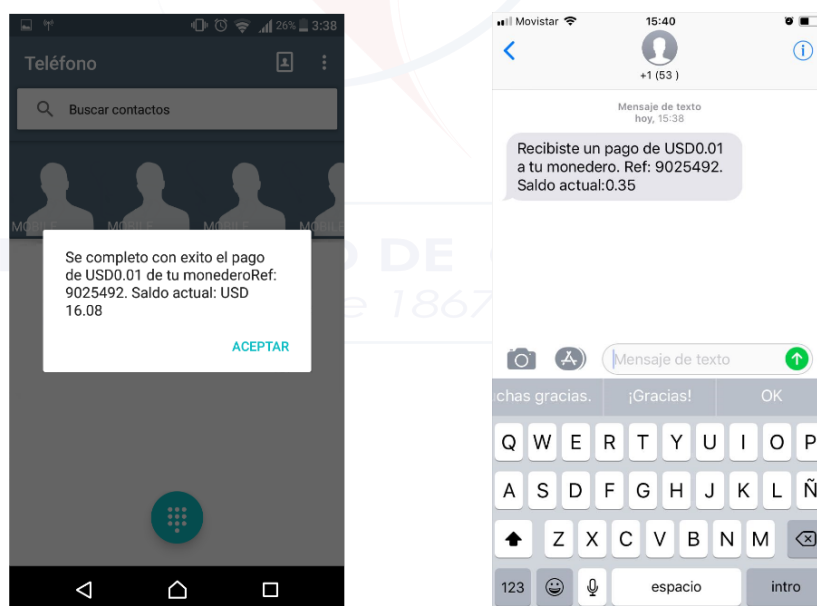


Figura 2.3: Respuesta a usuarios de [EDMC](#). (Izq. [USSD](#), Der. [SMS](#))  
Fuente: Autor.

Las respuestas al usuario de transacciones y servicios realizados con [EDMC](#) son recibidas vía [USSD](#) y [SMS](#), similar a como se observa en la Figura 2.3. En resumen

EDMC es una plataforma de *M-Payments* con varios servicios para sus usuarios quienes son acreedores de los siguientes beneficios:

- Acceso desde cualquier teléfono celular independientemente de su operadora.
- Acceso ininterrumpido.
- Bajas tarifas por transacción.
- Permite el canje a moneda física en todo momento.
- No necesita conexión a internet.

#### 2.1.4. Factores conductores

De acuerdo a datos estadísticos [21] tomados de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (*International Telecommunication Union (ITU)*, por sus siglas en inglés) para el final del 2017 (Figura 2.4), se espera que en todo el mundo exista alrededor de 7698 millones de suscripciones de telefonía celular, correspondiente a las regiones de: Estados Árabes, Asia y Pacífico, Comunidad de Estados Independientes (*Commonwealth of Independent States (CIS)*, por sus siglas en inglés), las Américas y África. Donde las cinco primeras estiman más de 100 suscripciones por cada 100 habitantes mientras que África 77.8 suscripciones por cada 100 habitantes, hecho que implica una tendencia creciente en la penetración de teléfonos móviles en todo el mundo, y por lo tanto mayor oportunidad para el desarrollo de servicios de *M-Payments* dedicados a usuarios finales.

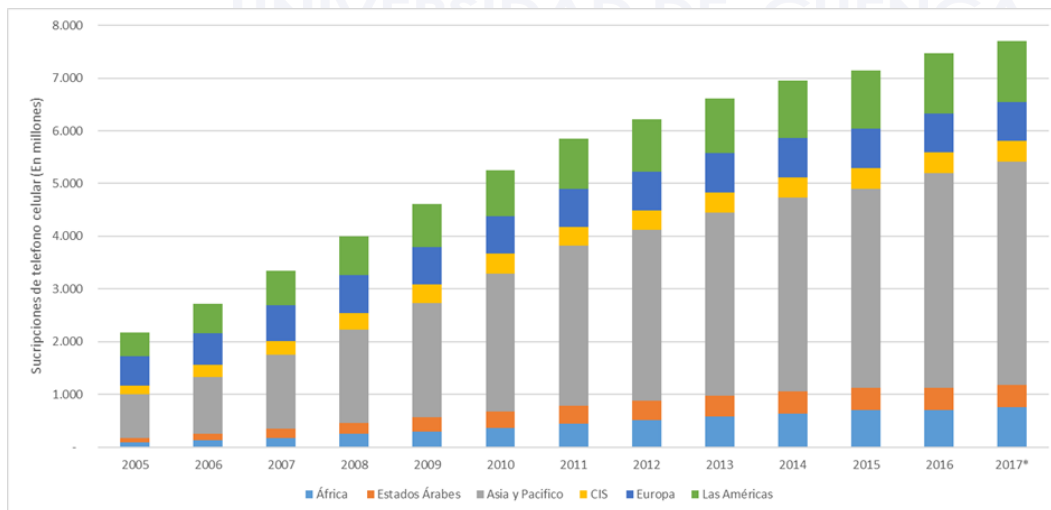


Figura 2.4: Suscriptores de teléfono celular en el mundo del 2009 al 2017

Fuente: Autor



Además desde un punto de vista en favor de la sociedad, se han registrado iniciativas basadas en *M-Payments* con gran impacto social, como aquellas que buscan dar apoyo a los afectados luego de desastres naturales a través de agencias de socorro. Donde uno de los principales casos de éxito registrado fue luego del terremoto del 2010 en Haití, en aquel momento usuarios de *M-Payments* hicieron donaciones basadas en mensajes de texto a través de su celular [22, 23], sumando a las 3 de la tarde del día siguiente de la catástrofe, una cantidad superior a los 800 mil dólares [22] y concluyendo al final de la campaña de apoyo una recaudación de alrededor de los 43 millones de dólares [23]. Hoy en día, se sigue registrando donaciones a organizaciones que centran sus esfuerzos en favor de la niñez, medio ambiente, salud, animales y el bienestar social; donde Paypal es uno de los medios más conocidos [24].

Por otro lado para personas que viven en áreas rurales el acceso a servicios financieros tradicionales, es relativamente difícil, ya que el banco más cercano se encuentra muy lejos de su ubicación, además carecen de alternativas al efectivo, tales como: tarjetas de crédito o cuentas de cheques. Por lo que los *M-Payments* han llegado a ser el mejor conductor económico, pues hacen posible a ciudadanos pobres y aislados su participación en actividades comerciales [25]. Adicional a ello en algunas economías (tal como Zimbabwe) las personas prefieren usar *M-Payments* para reducir el riesgo de que alguien los robe, ya que en algunos casos, son usados métodos informales para transferir dinero, los cuales presentan varios riesgos, tales como: sistemas de transporte pobre e inseguro y costosos servicios de transferencia de dinero. Además los costos asociados a las transferencias de dinero utilizando *M-Payments* en economías en desarrollo es de alrededor del 1 % de la cantidad transferida lo que provoca que los *M-Payments* se vuelvan atractivos para las personas dentro de esas economías, pues en Sudáfrica por ejemplo antes de la viabilidad de los *M-Payments*, individuos pagaban de 30\$ a 50\$ a los *couriers* para entregar efectivo.

#### 2.1.5. Cuestiones en seguridad

Ciberdelincuentes han dirigido sus esfuerzos a usuarios de *M-Payments*. En un caso reportado en Kenia, buscadores de empleo fueron víctimas de *phishers* o suplantadores de identidad, los cuales habían creado imitaciones de sitios web parecidos al de la empresa East African Breweries Limited y publicaron vacantes para contadores, maestros cerveceros, técnicos y conductores, los solicitantes de empleo tuvieron que pagar una cuota de solicitud “reembolsable” de aproximadamente US \$70 a través del sistema

M-Pesa de SafariCom.

Por casos como el mencionado, es importante definir las propiedades para una sistema de *M-Payments* aceptable, el cual se deriva de las características de una solución de *M-Commerce* segura encontradas en[15], estas son:

1. **Confidencialidad.** En una transacción segura se asume que solo el emisor y el receptor deseado serán capaces de leer los mensajes transmitidos en un texto.
2. **Autenticación.** Asegura que las partes de una transacción no son impostoras y son confiables. Este servicio previene que una tercera parte no autorizada sea enmascarada como legítima.
3. **Integridad.** No debe ser posible para un mensaje transmitido ser: alterado accidentalmente o maliciosamente, sin que esto sea detectado.
4. **Autorización.** Se debe proveer procedimientos para verificar que el usuario puede hacer pagos requeridos.
5. **Disponibilidad.** La disponibilidad de un sistema de comercio móvil asegura que usuarios legítimos puedan acceder a servicios de negocio confiables y seguros.
6. **No repudio.** Ni el remitente ni el receptor deben ser capaces de negar posteriormente la existencia de una transacción legítima. Es decir, el remitente debe ser capaz de demostrar que el receptor especificado recibió el mensaje y el receptor debe ser capaz de demostrar que el remitente específico envió el mensaje.

#### 2.1.6. Expectativas de los involucrados

Los *M-Payments* involucran un conjunto de intermediarios tales como: consumidores, beneficiarios o comerciantes y proveedores de servicio, quienes coexisten dentro de un entorno que se espera que tenga las características mencionadas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Expectativas de involucrados en pagos móviles

Expectativa	Consumidores	Beneficiarios	Proveedores del servicio
Inmediatez de pago	X	X	X
Disponibilidad en cualquier lugar	X	X	
Disponibilidad a cualquier hora	X	X	
Confiable	X	X	
Bajo esfuerzo en implementación		X	
Retención de clientes		X	X
Adquisición de clientes		X	X
Reducción de costes		X	X
Expectativas regulatorias			X

## 2.2. Códigos QR

Los códigos *Quick Response (QR)*, son códigos de barras de dos dimensiones [26] utilizados para almacenar información, consisten de un conjunto de módulos cuadrados generalmente de color blanco y negro organizados de tal manera que formen un patrón cuadrado (Figura 2.5).

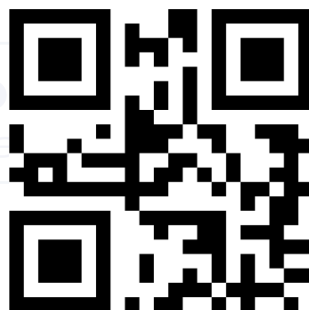


Figura 2.5: Ejemplo de un código QR

Fuente: [27]

### 2.2.1. Características básicas

Su estándar [27] ISO/IEC 18004 indica que un código QR es una matriz con las características mencionadas a continuación:

1. **Conjunto de caracteres codificables:** Numéricos (dígitos del 0 al 9), alfa-

- numéricos** (dígitos del 0 al 9, letras mayúsculas desde la A a la Z y otros nueve caracteres (*espacio \$ % \* + - . / :*)), **caracteres de 8 bits.** y **caracteres Kanji.**
2. **Representación de datos:** Los datos son representados a través de módulos oscuros y claros (blancos) correspondientes a : unos binarios y ceros binarios respectivamente.
  3. **Tamaño del código:** El tamaño del código QR varía desde módulos con dimensiones de 21x21 (QR versión 1) a 177x177 (QR versión 40), en incrementos de 4 módulos por versión (Figura 2.6).

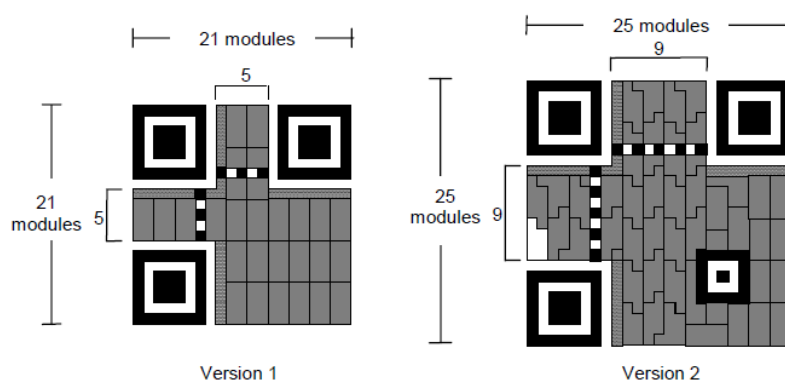


Figura 2.6: Variación de tamaños de códigos QR

Fuente: [27]

4. **Niveles de corrección de errores:** Cada una de las versiones tiene diferentes niveles de corrección de errores, que les permite a los lectores de barra, restaurar datos perdidos cuando el código QR está sucio o ha sufrido daño. Existe 4 niveles de corrección de errores, con diferentes capacidades de corrección; tal y como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Niveles de corrección de errores de los códigos QR

Nivel de corrección de error	% de capacidad de recuperación
L	7
M	15
Q	25
H	30

### 2.2.2. Estructura del código

Cada código QR debe ser construido con módulos cuadrados expuestos en una matriz cuadrada, constituida por: una región de codificación (*encoding region*) y patrones de función (*function patterns*). Los patrones de función son: *finder*, *separator*, *timing patterns* y *alignment patterns*, y no deberán ser usados para codificar datos. Adicionalmente, el código QR deberá estar rodeado a los cuatro lados por un borde conocido como *quiet zone*. La Figura 2.7 ilustra la estructura de un código QR versión 7.

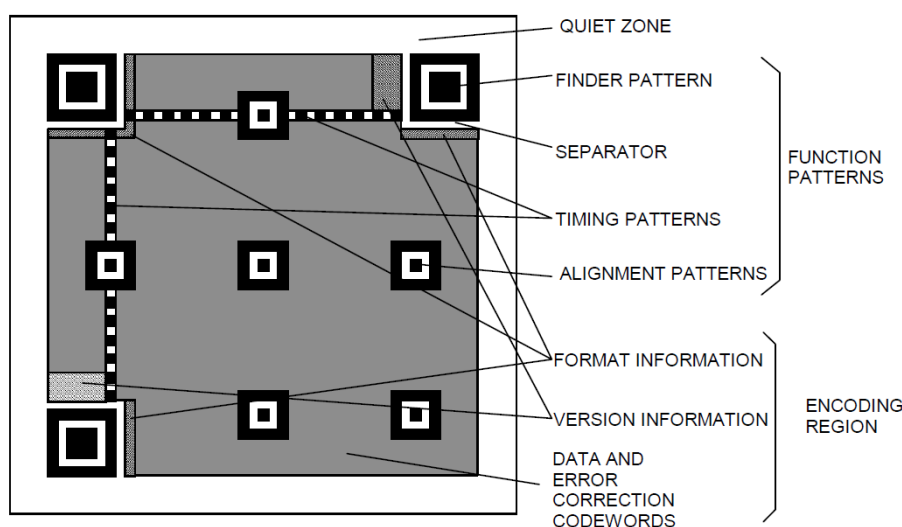
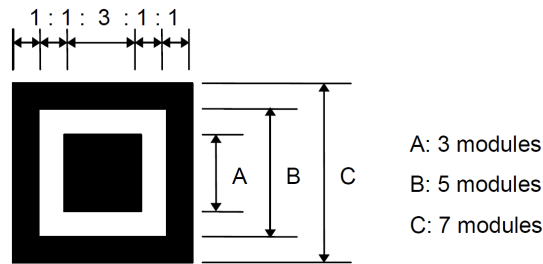


Figura 2.7: Estructura de un código QR

Fuente: [27]

1. **Patrones de búsqueda (*Finder patterns*):** Son tres patrones utilizados para definir la posición y orientación del código QR. Como se ilustra en la Figura 2.7 están ubicados en la parte: superior izquierda, superior derecha e inferior izquierda del código QR. Cada *finder pattern* puede ser visto como tres cuadrados concéntricos superpuestos y formados por: módulos oscuros de 7x7, módulos claros de 5x5 y módulos oscuros de 3x3 como se observa en la Figura 2.8.
2. **Separadores (*Separators*):** Son aquellos que tienen un módulo de ancho y están formados por módulos claros (preferentemente blancos). Se colocan entre cada *finder pattern* y la región de codificación (*encoding region*) de un código QR (Figura 2.7).
3. **Patrones de sincronización (*Timing patterns*):** Son patrones horizontales y verticales de un módulo ancho, colocados a lo largo de una fila y una columna

Figura 2.8: Estructura de un *finder pattern*

Fuente: [27]

respectivamente, alternando entre módulos oscuros y claros. Estos patrones comienzan y terminan con un módulo oscuro. Como se observa en la Figura 2.7, el *timing pattern* horizontal está colocado a lo largo de la séptima fila del código entre los separadores de los *finder patterns* superiores, mientras que el *timing pattern* vertical corre a lo largo de la séptima columna entre los separadores de los *finder patterns* del lado izquierdo. Son usados para permitir determinar la densidad y versión del QR y proporcionan posiciones de referencia para determinar las coordenadas del código.

4. **Patrones de alineación (*Alignment patterns*):** Presentes en códigos QR de versión 2 o superiores (Figura 2.7). Cada patrón de alineación puede ser visto como tres cuadrados concéntricos, superpuestos y contruidos por: módulos oscuros de 5x5, módulos claros de 3x3 y un único módulo oscuro en el centro.
5. **Región de codificación (*Encoding region*):** Esta región (Figura 2.7) debe contener símbolos que representan: datos, *codewords* para corrección de errores e información de la versión (desde QR versión 7) y el formato (Es decir: nivel de corrección de error y patrón de enmascaramiento usado) del código QR.
6. ***Quiet zone*:** Es una región libre de marcas y rodea al código QR tal y como se puede observar en la Figura 2.7.

## 2.3. NFC

NFC es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance que opera a través de ondas de radio frecuencia de 13.56 MHz. Soporta velocidades de transferencia de datos de 106, 212 y 424 Kbps, en un rango de hasta 4 centímetros de distancia entre dispositivos NFC. En términos de energía los dispositivos con NFC se clasifican en: activos y pasivos, tal que si un dispositivo posee embebido su propia fuente de ali-

mentación y genera su propio campo de radio frecuencia se lo conoce como dispositivo activo en caso contrario se lo conoce como dispositivo pasivo.

En base a peticiones y respuestas, un dispositivo con NFC puede tomar dos roles: iniciador (*initiator*) y objetivo (*target*). El *initiator* se encarga de enviar mensajes de peticiones al *target* y el *target* se encarga de responder las peticiones enviando mensajes de regreso al *initiator* (Figura 2.9).

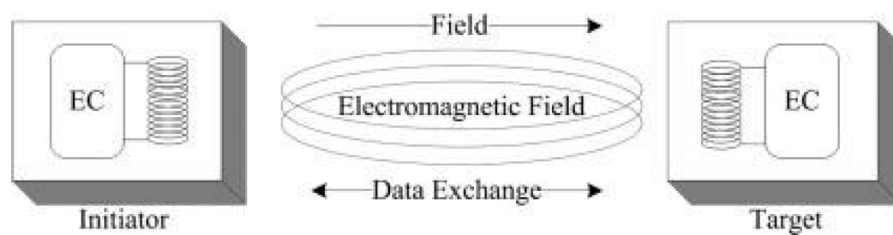


Figura 2.9: Esquema de roles en el intercambio de datos entre dispositivos NFC

Fuente: [28]

Además, NFC presenta dos modos de comunicación: activa y pasiva. En modo de comunicación activa ambos dispositivos (*initiator* y *target*) generan sus propios campos de radio frecuencia para intercambiar datos. En modo de comunicación pasiva solo un dispositivo (*initiator*) genera un campo de radio frecuencia, mientras que el otro (*target*) usa modulación de carga (Un proceso donde se controla los efectos de caída de tensión de la resistencia interna del dispositivo activo, provocados por el transpondedor del dispositivo pasivo, al variar una resistencia de carga del dispositivo pasivo en función de sus datos almacenados [28]) para transferir datos.

NFC Forum, una asociación industrial sin fines de lucro, donde sus miembros comparten experiencias en: desarrollo, aplicaciones y *marketing* de las mejores soluciones que promuevan el uso de la tecnología NFC, define tres modos de operación en dispositivos NFC, estos son: *reader/writer*, *peer-to-peer* y *card emulation*.

1. **Reader/Writer:** Este modo permite a dispositivos habilitados para comunicación vía NFC leer o escribir datos en cualquier *tag* NFC especificada por el NFC Forum. Donde una *tag* NFC es un elemento constituido principalmente por: un chip y una antena (Figura 2.10), encapsulados en objetos como: stickers, tarjetas,

anillos o brazaletes, con el propósito de almacenar una pequeña cantidad de información para transferirla a dispositivos **NFC**. La capacidad de memoria y algunas características varían según el tipo de *tag* **NFC** usado, tal y como se describe en la Tabla 2.4.

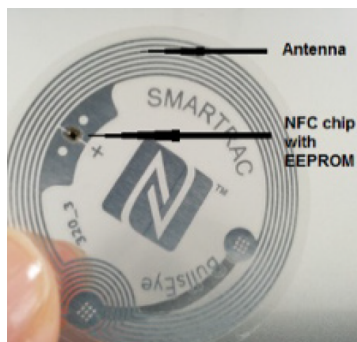


Figura 2.10: Tag **NFC** en forma de sticker  
Fuente: [29]

Tabla 2.4: Tipos de *tags* **NFC**

Tags	NFC Forum Type 1 Tag	NFC Forum Type 2 Tag	NFC Forum Type 3 Tag	NFC Forum Type 4 Tag
<b>Memoria</b>	96Bytes - 2KB	96Bytes - 2KB	Hasta 1MB	4 - 32KB
<b>Tasa</b>	106Kbits/s	106Kbits/s	212 o 424 Kbits/s	106, 212, 424 Kbits/s
<b>Manejo de datos</b>	Solo lectura o R/W	Solo lectura o R/W	Solo lectura o R/W	Solo lectura o R/W
<b>Producto ejemplo</b>	Innovision Topaz, Broadcom BCM20203	NXP Mifare Ultralight, NXP Mifare Ultralight C, NXP NTAG 203	Sony FeliCa	NXP DESFire, SmartMX-JCOP
<b>Estándar</b>	ISO/IEC 14443A	ISO/IEC 14443A	JIS X 6319-4	ISO/IEC 14443A ISO/IEC 14443B

2. **Peer-to-Peer:** Permite a dos dispositivos establecer una comunicación bidireccional para el intercambio de datos, como: tarjetas de negocios virtuales, fotos digitales, archivos, entre otros.



3. **Card Emulation:** En este modo, un dispositivo **NFC** actúa como una *smart card* (tarjetas plásticas con microprocesadores y memorias embebidas [28]), permitiendo a sus usuarios emular tarjetas con el propósito de prestar servicios sobre varias áreas, como las descritas en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5: Aplicaciones de *smart cards*.

Área de aplicación	Ejemplos
Finanzas	Tarjetas de crédito y débito.
Identificación y control de acceso	Tarjetas de acceso de empleados. Carnets estudiantiles.
Transporte	Licencias de conducir. Sistemas de cobro de peaje.
Afiliación	Membresías o tarjetas de beneficios para clientes (Con descuentos o recompensas).
Salud	Tarjetas de salud para almacenar seguros y datos médicos de usuarios.

## 2.4. Arduino

Arduino es una plataforma electrónica basada en *software* y *hardware* libre, consiste en: un *board* con un microcontrolador o *Microcontroller Unit* (MCU), un *software* para el MCU y un entorno de desarrollo integrado (*Integrated Development Environment* (IDE), por sus siglas en inglés). Ofrece ventajas como: económico, multiplataforma, entorno de programación claro y simple, *software open source* y expansible, *hardware open source* y expansible.

### 2.4.1. Hardware

El *hardware* de Arduino está diseñado con MCUs AVR del fabricante Atmel adquirido por Microchip en 2016. El *hardware* de Arduino viene en una gran variedad de alternativas, que incluyen boards como: Arduino Uno, Leonardo, Micro, Mega, etc. En donde el *board* básico para empezar a desarrollar aplicaciones con la plataforma [30] es el Arduino Uno (Figura 2.11). Además es compatible con *shields* los cuales son elementos que brindan características adicionales (conexión a redes móviles, comunicación vía *bluetooth*, etc) al ser conectados a un *board* de Arduino.

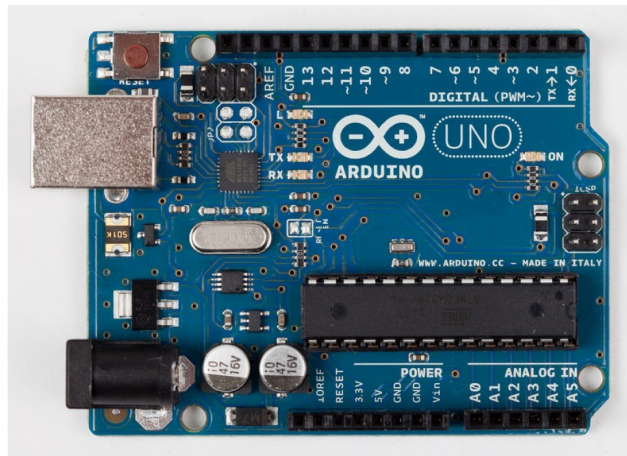


Figura 2.11: Arduino UNO

Fuente: [30]

### 2.4.2. Software

El *software* consiste de un lenguaje de programación estándar y un *firmware* que corre sobre el *board* de Arduino. El *hardware* de Arduino es programado usando un lenguaje basado en *Wiring*, en un IDE basado en *Processing*. La estructura básica de un programa desarrollado para Arduino está compuesta de dos partes, éstas son *setup* y *loop*.

1. **Setup:** Estructura de código que corre al inicio y una sola vez a menos que el MCU sea reseteado o la fuente de energía sea cortada y reaplicada. Por lo general en esta parte se configura: el comportamiento de los pines del Arduino e inicialización de librerías adicionales.
2. **Loop:** Estructura de código que corre en un bucle, encargado de: adquirir, procesar, controlar y utilizar la información necesaria para resolver una tarea y reflejar alguna respuesta en el Arduino board.

## Capítulo 3

# Desarrollo e implementación del prototipo

Este capítulo presenta la arquitectura propuesta para la implementación del dispositivo electrónico conocido como dispensador de especies valoradas, el cual opera en conjunto con una aplicación móvil alojada en un teléfono celular y un servidor de gestión de compra y venta encargado de administrar las peticiones realizadas al dispensador de especies valoradas. Además describe el principio de funcionamiento existente durante la compra y venta de especies valoradas, así como también muestra un planteamiento general del diseño en base a un resumen casos de operación con elementos involucrados en dicho proceso, concluyendo con la presentación del diseño utilizado para la elaboración de la propuesta.

### 3.1. Arquitectura

La arquitectura utilizada para el desarrollo y funcionamiento del dispensador de especies valores es ilustrada en la Figura 3.1, está constituida por cinco elementos principales de los cuales cuatro (dispensador de especies valoradas, servidor de gestión de compra y venta, dispositivo móvil y dispositivo gateway) corresponden a la implementación realizada y un quinto elemento corresponde al proveedor de *M-Payments* al cual la implementación desarrollada se apalanca para gestionar la transferencia de dinero durante el proceso de compra y venta. El dispensador de especies valoradas, el dispositivo móvil y el servidor de gestión de compra y venta están conectados a una misma red con el propósito de establecer una comunicación entre ellos, por otro lado el proveedor de *M-Payments* comparte conexión con el dispositivo móvil y el servidor a través de la

red móvil pero solamente para concretar una transacción monetaria.

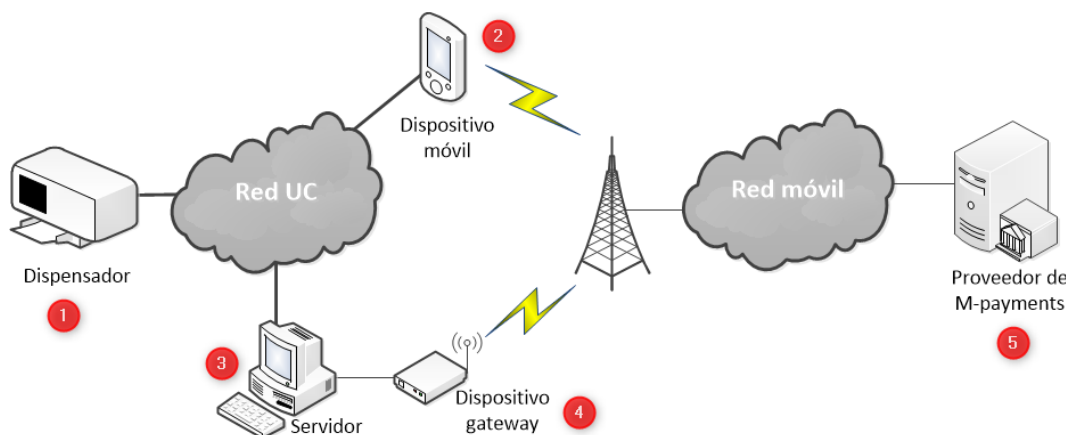


Figura 3.1: Arquitectura del sistema propuesto

Fuente: Autor

1. **Dispensador de especies valoradas:** Dispositivo encargado de la distribución de especies valoradas de la Universidad de Cuenca (hojas certificadas y derechos universitarios), a sus compradores.
2. **Dispositivo móvil:** Teléfono celular inteligente con sistema operativo Android, acceso a redes móviles y habilitación para utilizar el servicio de *M-Payments* proporcionado por EDMC. Permite la interacción entre un comprador y el dispensador de especies valoradas a través de una aplicación móvil encargada de solicitar, gestionar y autorizar la compra de especies valoradas.
3. **Servidor de gestión de compra y venta:** Destinado a gestionar la comunicación entre la aplicación móvil del teléfono celular, el dispensador de especies valoradas y el proveedor del servicio de *M-Payments* EDMC.
4. **Dispositivo gateway:** Parte del servidor de gestión de compra y venta, que recibe la información proveniente del proveedor de *M-Payments* EDMC, a través de la red móvil.
5. **Proveedor de M-Payments:** El proveedor utilizado es EDMC, se ocupa de manejar las transacciones, correspondientes a transferencia de dinero entre las cuentas de sus usuarios, además de enviar mensajes de confirmación, sobre transacciones realizadas.

### 3.2. Principio de funcionamiento

La implementación desarrollada está fundamentada en automatizar la compra y venta de especies valoradas de la Universidad de Cuenca sin recurrir a un intermediario (vendedor) para realizar dicha transacción ni depender de un único punto de venta, tal que éstas puedan ser compradas en cualquier lugar donde se coloque un dispensador de especies valoradas y pertenezca a las instalaciones de la universidad.

Además como las especies valoradas tienen asignado un valor monetario, en el momento de la compra debe existir algún medio de pago para realizar el cobro por dicha especie, por lo tanto en la implementación se asume que tanto el comprador como el beneficiario (universidad) poseen cuentas de un proveedor de *M-Payments* en este caso EDMC el cual les permite manejar dinero electrónico. Tal que cuando se realice una compra de una especie valorada, se ejecute una transferencia de dinero electrónico desde la cuenta del comprador hacia la cuenta del beneficiario. Con lo mencionado anteriormente se muestra que el proceso de compra y venta de especies valoradas, involucra una secuencias de pasos descritos a continuación:

1. **Solicitud de compra:** Un comprador ejecuta una aplicación móvil dedicada a realizar compras de especies valoradas, selecciona las especies valoradas a comprar y envía una petición de compra al servidor de gestión de compra y venta.



Figura 3.2: Principio de funcionamiento de una solicitud de compra

Fuente: Autor

2. **Autorización y ejecución de pago:** Luego de la petición de compra, de obtener una respuesta favorable la aplicación móvil recibe una clave de único uso (*One-Time Password (OTP)*, por sus siglas en inglés) desde el servidor de compra y venta e inmediatamente presenta una pantalla de autorización de pago por las especies valoradas a comprar. Para efectuar el proceso de autorización se procede a escanear un código QR o leer usando NFC un OTP, mostrado y alojado respectivamente en el dispensador de especies valoradas, a continuación la aplicación móvil compara si el OTP escaneado o leído es igual al OTP almacenado (recibido

desde el servidor de compra y venta) y procede a enviar una solicitud de transferencia de dinero electrónico al proveedor de *M-Payments EDMC* a través de una petición *USSD*, que es respondida con un mensaje *USSD* solicitando el ingreso de la clave de usuario de la cuenta de *EDMC* para finalizar la transacción.



Figura 3.3: Principio de funcionamiento de autorización y ejecución de pago  
Fuente: Autor

3. **Entrega de especie valorada:** Luego de concretar la transacción el teléfono celular del comprador recibe un mensaje *USSD* similar al de la Figura 2.3, indicando que se realiza un pago y el dispositivo *gateway* del servidor de compra y venta recibe un mensaje *SMS* (Figura 2.3) indicando que ha recibido un pago, posteriormente el servidor da la orden al dispensador de entregar las especies valoradas compradas.



Figura 3.4: Principio de funcionamiento entrega de especie valorada  
Fuente: Autor

### 3.3. Planteamiento

Se puede tener dos casos; el primero cuando no existen especies valoradas disponibles en el dispensador y el segundo cuando existen especies valoradas disponibles en el

dispensador.

### 3.3.1. Caso 1: No existen especies valoradas

Cuando se realiza un proceso de solicitud de compra de especies valoradas y suponiendo que no están disponibles en el dispensador, intervienen 3 elementos de la arquitectura del sistema para dar una respuesta; estos son: dispensador de especies valoradas, aplicación móvil y servidor de gestión de compra y venta. El procedimiento seguido es ilustrado en la Figura 3.5 y explicado a continuación.

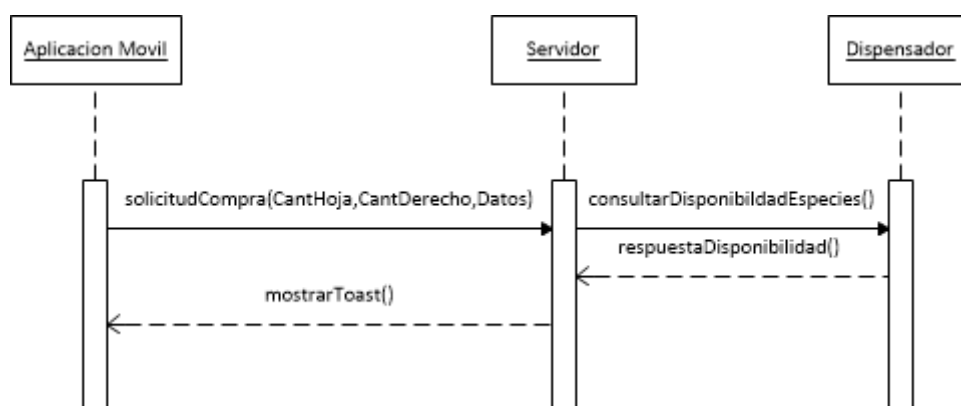


Figura 3.5: Diagrama de secuencias sin especies

Fuente: Autor

1. La aplicación móvil, realiza una solicitud de compra al servidor, enviando: la cantidad de hojas a comprar, la cantidad de derechos a comprar y los datos del cliente.
2. El servidor recibe la solicitud de compra con la información correspondiente y procede a enviar el comando (Tabla 3.4) de consulta de existencia de especies valoradas al dispensador.
3. El dispensador recibe el comando de consulta de existencia de especies valoradas y lo ejecuta, posteriormente devuelve un mensaje de respuesta al servidor, indicando que no se dispone de las especies valoradas.
4. El servidor consulta la disponibilidad de especies valoradas al dispensador, como en este caso no hay especies disponibles, envía una respuesta a la aplicación móvil, indicando que muestre un mensaje emergente en donde se menciona que no existen especies valoradas.

### 3.3.2. Caso 2: Existen especies valoradas

Cuando se realiza un proceso de solicitud de compra de especies valoradas y suponiendo que estén disponibles en el dispensador, intervienen 5 elementos de la arquitectura del sistema para dar una respuesta; estos son: aplicación móvil, dispensador de especies valoradas, servidor de gestión de compra y venta, dispositivo *gateway* y proveedor de *M-Payments*. El procedimiento seguido es ilustrado en la Figura 3.6 y explicado a continuación.

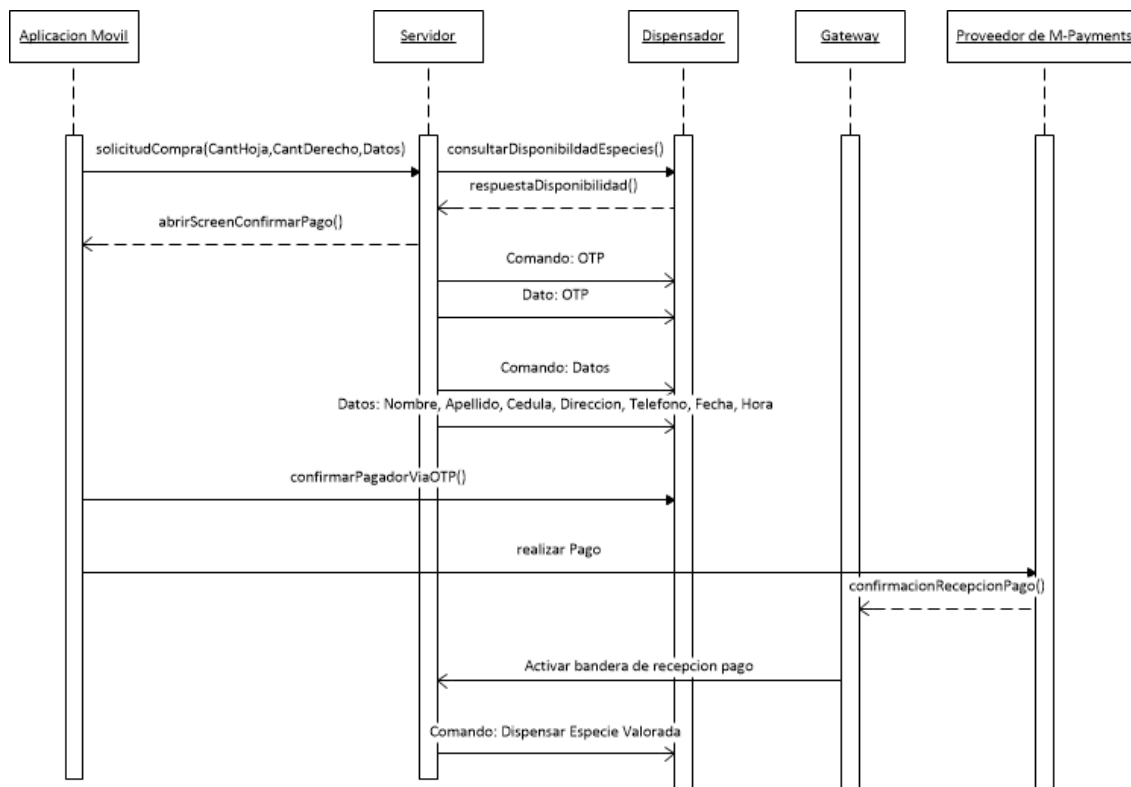


Figura 3.6: Diagrama de secuencias compra de especies

Fuente: Autor

1. Desde la aplicación móvil se realiza una solicitud de compra al servidor, enviando: la cantidad de hojas a comprar, la cantidad de derechos a comprar y los datos del cliente.
2. El servidor recibe la solicitud de compra con la información correspondiente y procede a enviar el comando (Tabla 3.4) de consulta de existencia de especies valoradas al dispensador.





3. El dispensador recibe el comando de consulta de existencia de especies valoradas y lo ejecuta, posteriormente devuelve un mensaje de respuesta al servidor, indicando si se dispone de las especies valoradas.
4. El servidor lee el estado de las especies valoradas, recibido desde el dispensador, como hay existencias, envía una respuesta a la aplicación móvil con un **OTP** y un indicador que activa una pantalla de autorización de pago.
5. Inmediatamente después del paso anterior el servidor envía un comando (Tabla 3.4) al dispensador en donde indica que recibió el **OTP**.
6. A continuación el servidor envía el **OTP** al dispensador, y posterior a dicha acción el dispensador procede a graficar en pantalla el **OTP** en formato de código **QR** y a grabar en la etiqueta **NFC** el **OTP**.
7. Luego de que se haya enviado el **OTP** al dispensador, el servidor envía un comando (Tabla 3.4) al dispensador en donde se indica que se va a recibir los datos del cliente (nombre, apellido, cédula, dirección y teléfono) además de la información sobre la transacción (fecha y hora).
8. A continuación se envían desde el servidor al dispensador los datos mencionados en el punto anterior
9. El usuario del dispositivo móvil realiza la autorización de pago mediante la comprobación del **OTP** almacenado en el dispensador y la aplicación móvil, a través del escaneo del punto **NFC** con la etiqueta que tiene el **OTP** de la lectura de la pantalla con el código **QR** que representa el **OTP**
10. Inmediatamente luego de la confirmación de pago, la aplicación móvil procede a realizar el pago correspondiente de las especies valoradas solicitadas, utilizando la tecnología **USSD** y solicitando al proveedor de **M-Payments**, al cual está vinculado su teléfono, realizar una transferencia de dinero con el monto correspondiente de la compra a la cuenta del beneficiario de la venta valoradas.
11. El proveedor de **M-Payments** a través de **SMS**, envía una confirmación de pago a la cuenta del beneficiario en este caso el dispositivo *gateway*.
12. El dispositivo *gateway* se encarga de activar una bandera en el servidor, tal que se indica la recepción del pago.
13. El servidor procede a enviar un comando para la distribución de la especie valorada correspondiente.

### 3.4. Diseño

El diseño desarrollado está centrado en 3 elementos de la arquitectura planteada y mostrada en la sección anterior en la Figura 3.1, estos son: dispensador de especies valoradas, aplicación móvil y servidor de gestión de compra y venta, detallados a continuación.

#### 3.4.1. Dispensador de especies valoradas

Debido a que el dispensador de especies valoradas realiza una combinación de tareas mecánicas y electrónicas durante el proceso de entrega de especies valoradas se lo ha dividido en dos sistemas: electrónico y mecánico.

##### 3.4.1.1. Sistema Electrónico

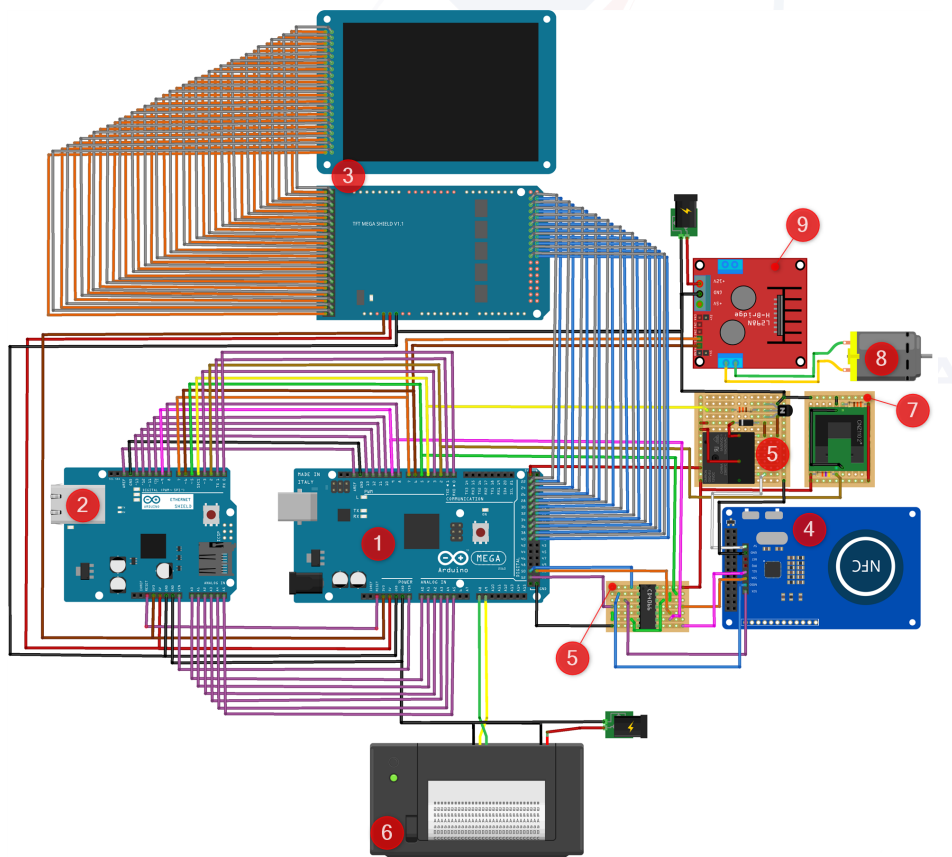


Figura 3.7: Sistema electrónico del dispensador  
Fuente: Autor

Es un sistema conformado por los componentes electrónicos ilustrados en la Figura 3.7, es el responsable de responder y ejecutar peticiones recibidas desde el servidor de gestión de compra y venta; tales como: verificación de disponibilidad de especies valoradas, entrega de especies valoradas, exposición de **OTP** en la pantalla LCD en formato **QR** y escritura de **OTP** en el punto **NFC** del dispensador.

### Componentes electrónicos:

1. **Tarjeta principal del sistema electrónico:** Constituida por un Arduino Mega (Similar a la ilustrada en la Figura 3.7 con la etiqueta (1)), está destinada a: administrar la comunicación con el servidor de gestión de compra y venta a través del Arduino Ethernet Shield, controlar el módulo **NFC**, manejar la pantalla LCD gráfica, controlar la impresora termal, controlar el módulo puente H para manejo de motor DC, leer sensores de hoja, etc.
2. **Arduino Ethernet Shield:** Encargado de la comunicación entre la tarjeta principal del sistema electrónico (Arduino Mega) y el servidor de gestión de compra y venta. Es un *shield* (Figura 3.8) basado en el chip Ethernet Wiznet W5100 descrito en el Apéndice K; soporta: **TCP**, **UDP** y hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas.

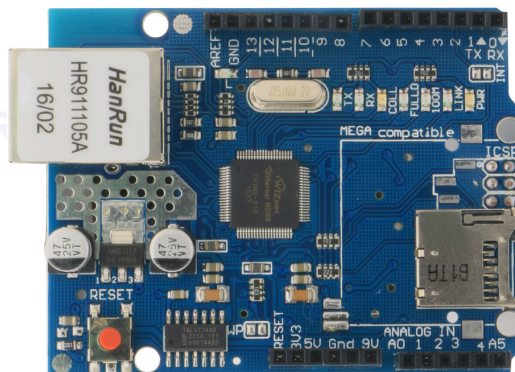


Figura 3.8: Arduino Ethernet Shield.

Fuente: Autor

3. **Pantalla y adaptador de pantalla:** Su propósito es mostrar en el dispensador de especies valoradas el **OTP** (generado desde el servidor de compra y venta) en formato de código **QR**. Ilustrados en la Figura 3.9, están conformados por: una pantalla LCD gráfica TFT-320QVT (De 3.2 pulgadas, basada en el chip ILI9342 el cual es un driver para pantallas LCD TFT con una resolución de 320x240

pixeles. Cuenta además con una interfaz táctil manejada por el XPT2046, un controlador resistivo de cuatro hilos que incorpora un conversor analógico digital de aproximaciones sucesivas utilizado para la detección de la sección presionada de la pantalla) y un shield para pantalla TFT (empleado con fines de compatibilidad entre la pantalla TFT-320QVT y el Arduino Mega, debido a que voltaje de trabajo de los integrados que constituyen la pantalla es de 3.3V).

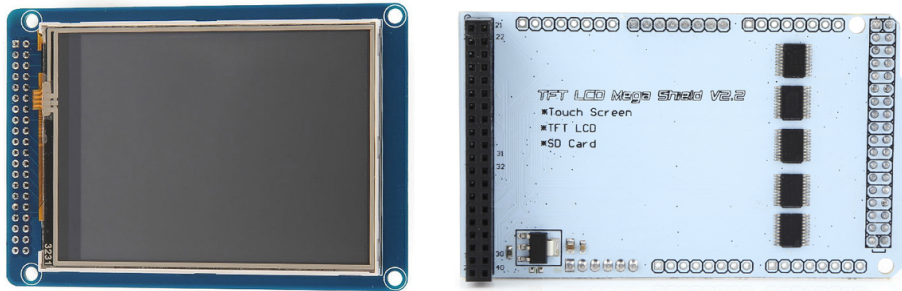


Figura 3.9: Izq. Pantalla (TFT-320QVT), Der. Adaptador de pantalla(Shield TFT)  
Fuente: Autor.

4. **Módulo NFC PN532:** Mostrado en la Figura 3.10, es responsable de escribir el **OTP** (proveniente del servidor de gestión de compra y venta) en una **tag NFC**. Es un módulo cuyas especificaciones son mostradas en el Apéndice L, está basado en el circuito integrado PN532 el cual es un transceptor utilizado para comunicaciones *contactless* en 13.56 MHz, este integrado soporta los modos de operación existentes para NFC, tales como: *Reader/Writer*, *Card Emulation* y *Peer-to-Peer*. Además es capaz de realizar el intercambio de información con algunos sistemas electrónicos vía interfaces de comunicación **SPI**, **I2C** y **UART**.



Figura 3.10: Modulo NFC PN532.  
Fuente: Autor.

5. **Circuito asociado al módulo NFC:** Está dividido en dos partes control de alimentación y control SPI. El control de alimentación esta basado en un relé de 5V encargado de manejar el paso del voltaje de alimentación hacia el módulo NFC. Mientras que el control SPI, consiste de un interruptor digital bilateral cuádruple, utilizado para permitir el paso de las señales digitales: SCK, MISO, SDA y SCL, enviadas desde el Arduino Mega hacia el módulo NFC, está basado en el circuito integrado CD4066 (Apéndice H), el cual dispone de cuatro interruptores controlados digitalmente para permitir el paso o transmisión de señales analógicas y digitales.
6. **Impresora termal:** Ilustrada en la Figura 3.11, también conocida como impresora de recibos, es capaz de imprimir: textos, códigos de barras, gráficos en mapa de bits así como también códigos QR. Útil para trabajar con microcontroladores mediante un protocolo de comunicación serial TTL de 5V configurado a 19200 baudios. Su alimentación puede ser realizada con fuentes de 5V a 9V que provean mínimo 1.5A [31].



Figura 3.11: Mini impresora termal  
Fuente: Adafruit.

7. **Circuito sensor de hoja universitaria:** Está compuesto por un sensor óptico de barrera o herradura (EE-SX1137) y un circuito de acoplamiento. El sensor óptico de barrera o herradura consiste de un led infrarrojo y un fototransistor separados a una distancia de unos pocos milímetros dentro de un encapsulado de plástico (Figura 3.12); está diseñado para la detección, clasificación y posicionado de objetos; su finalidad es la detección de hojas universitarias dentro del dispensador de especies valoradas.



Figura 3.12: Sensor optico de herradura EE-SX1137

Fuente: Autor.

Mientras que el circuito de acoplamiento está constituido por un par de resistencias encargadas de controlar la corriente del led infrarrojo y permitir que el fototransistor actúe en: corte y saturación. La resistencia utilizada ( $R_L$ ) para que el fototransistor actúe en corte y saturación es determinada, de acuerdo a los valores dispuestos en la hoja de datos del sensor óptico de herradura (Apéndice Ñ), en donde menciona: un voltaje colector emisor en saturación ( $V_{CE(sat)}$ ) típico de  $0.1V$  con una corriente en el colector ( $I_c$ ) de  $0.1mA$ ; considerando un voltaje de alimenticio ( $V_{CC}$ ) de  $5V$  y siguiendo los pasos mostrados en la Ecuación (3.1) se obtiene:

$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{I_c} = \frac{5V - 0.1V}{100mA} = \frac{4.9V}{100mA} = 49000\Omega \approx 47k\Omega \quad (3.1)$$

Para obtener la resistencia ( $R_{Led}$ ) que acompaña al led infrarrojo, del mismo modo se considera los valores de la hoja de datos del Apéndice Ñ, en donde partiendo de una corriente ( $I_F$ ) del led de  $20mA$ , su voltaje típico ( $V_F$ ) es de  $1.2V$ , por lo que de acuerdo a los pasos mostrados en la Ecuación (3.2) se obtiene:

$$R_{Led} = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 1.2}{20mA} = \frac{3.8V}{20mA} = 190\Omega \approx 220\Omega \quad (3.2)$$

8. **Motor Reductor:** Similar al mostrado en la Figura 3.13, utilizado para dar movimiento al sistema mecánico del dispensador de especies valoradas, está constituido por un motor eléctrico y un conjunto de engranes que reducen el número de revoluciones por minuto del motor eléctrico y aumentan su torque. Su voltaje de operación va desde los  $3VDC$  a los  $12VDC$ , sus características son ilustradas en la Tabla 3.1.



Figura 3.13: Motor reductor  
Fuente: Autor.

Tabla 3.1: Parámetros del motor reductor

Voltaje de operación	Parámetro	3V DC	5V DC	6V DC
Parámetros del motor (sin caja reductora)	RPM	125		
	Corriente	80-100mA		
Parámetros con caja reductora	Reducción		48:1	
	Velocidad sin carga	125RPM	200RPM	230RPM
	Velocidad con carga	95RPM	152RPM	175RPM
	Torque de salida	0.8kg.cm	1.0kg.cm	1.1kg.cm
	Corriente	110-130mA	120-140mA	130-150mA

9. **Modulo L298N:** Utilizado con el objetivo de manejar el motor reductor, es un *driver* (Figura 3.14) que soporta hasta 12V, está conformado de dos puentes H para controlar dos motores DC o un motor paso a paso, a través de las salidas A y B, las cuales son habilitadas por los pines de control: ENA, IN1 e IN2 para la salida A e IN3, IN4 y ENB para la salida B.

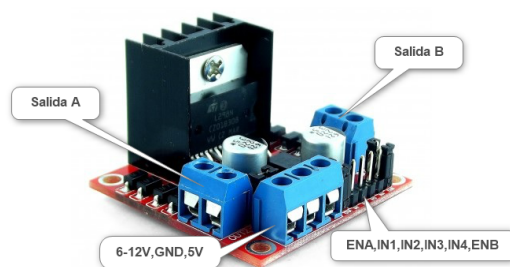


Figura 3.14: Puente H  
Fuente: Autor.



### 3.4.1.2. Sistema Mecánico

Sistema encargado de entregar hojas universitarias disponibles en el dispensador de especies valoradas, cuyas partes y ensamblaje son descritos en el Apéndice A y B respectivamente. Su diseño se deriva de los sistemas mecánicos de desplazamiento de hojas, encontrados en impresoras, por lo que sus funciones están encapsuladas en dos subsistemas: subsistema de preparación de hoja (empleado para la alimentación y detección de hojas) y subsistema de expedición de hoja (encargado de entregar hojas a sus compradores). Ambos subsistemas dependen del movimiento controlado desde el sistema eléctrico de un motor reductor (B) similar al de la Figura 3.13, acoplado a una rueda dentada principal (A), como se ilustra en la Figura 3.15.

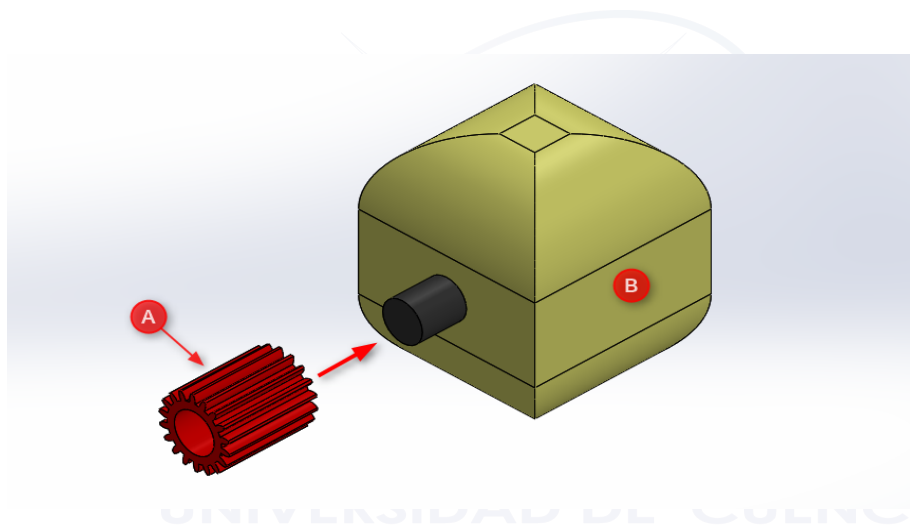


Figura 3.15: Acoplamiento entre rueda dentada principal A y motor reductor B  
Fuente: Autor

#### Subsistema de preparación de hoja:

Dedicado a ejecutar tareas responsables de alimentación y detección de hojas, cuyo funcionamiento depende esencialmente del movimiento de rotación transmitido hacia la rueda dentada (E) (que gobierna el movimiento de los componentes mecánicos descritos más adelante) desde la rueda dentada principal (A) por medio del conjunto mecánico mostrado en la Figura 3.16. Dicho movimiento es manejado por el rodillo (D) conectado al eje de las ruedas dentadas (E) y (C) en sus extremos, tal que cuando la rueda dentada principal (A) gira, genera movimiento en la rueda dentada (C) y a su vez lo transmite a la rueda dentada (E) mediante el rodillo (D).



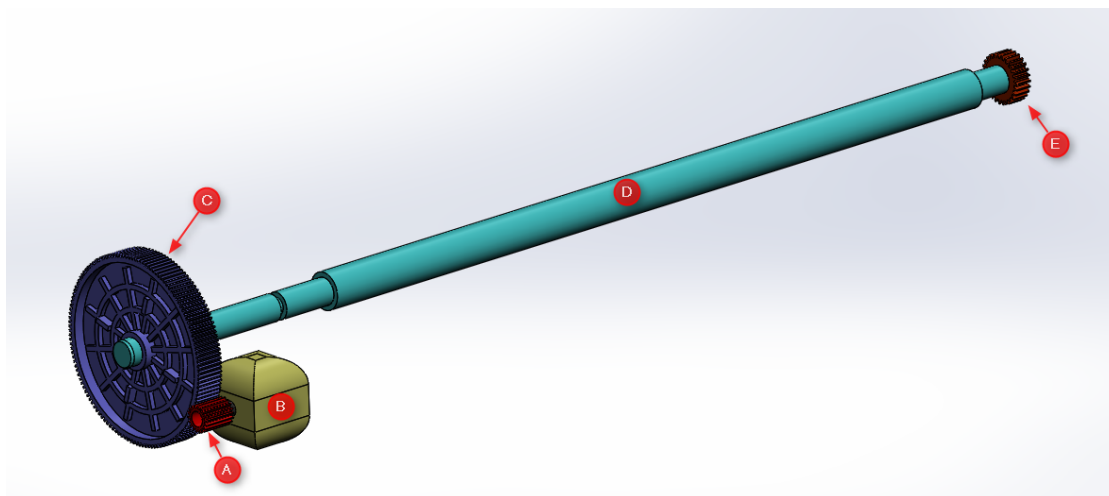


Figura 3.16: Conjunto mecánico: rueda dentada A hacia rueda dentada E

Fuente: Autor

La responsable principal de ejecutar el proceso de alimentación de hoja dentro del dispensador de especies valoradas, es la rueda dentada (E), debido a que permite el movimiento de varios de los elementos (Figura 3.17) que intervienen en dicho proceso; estos son: bandeja de hoja, rodillo alimentador de hoja, engranaje controlador del rodillo alimentador de hoja, conjunto controlador del movimiento del rodillo alimentador de hoja y leva separadora de hojas.

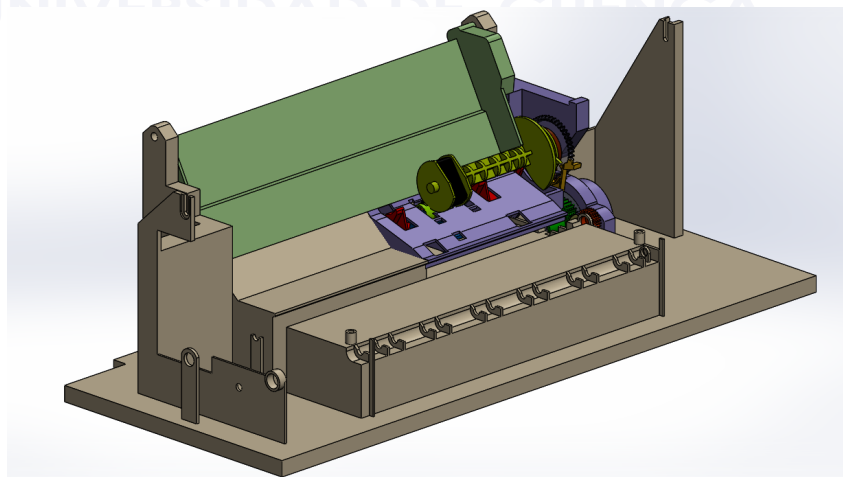


Figura 3.17: Elementos involucrados durante el proceso de alimentación de hoja

Fuente: Autor

1. **Bandeja de hoja:** Encargada del almacenamiento de las hojas universitarias y empujarlas hacia el rodillo alimentador de hoja, con el objetivo de que éstas puedan ser desplazadas por el mismo. Su movimiento es gestionado por la leva del rodillo alimentador de hoja y un resorte colocado entre la parte posterior de la bandeja y el soporte de resorte de la estructura interna del sistema mecánico.
2. **Rodillo alimentador de hoja:** Ilustrado en la Figura 3.18 con la etiqueta (P), es utilizado para dos tareas. La primera tarea consiste en permitir el movimiento de la bandeja de hoja hacia adelante y ejecutar el desplazamiento de una hoja universitaria, tal que cuando el rodillo efectúe un movimiento de rotación, la bandeja de hoja se mueva hacia adelante, entre en contacto con la superficie curvada del caucho (Q) y proceda con el desplazamiento de hoja. La segunda tarea es posibilitar el movimiento de la leva separadora de hojas durante la rotación del rodillo.

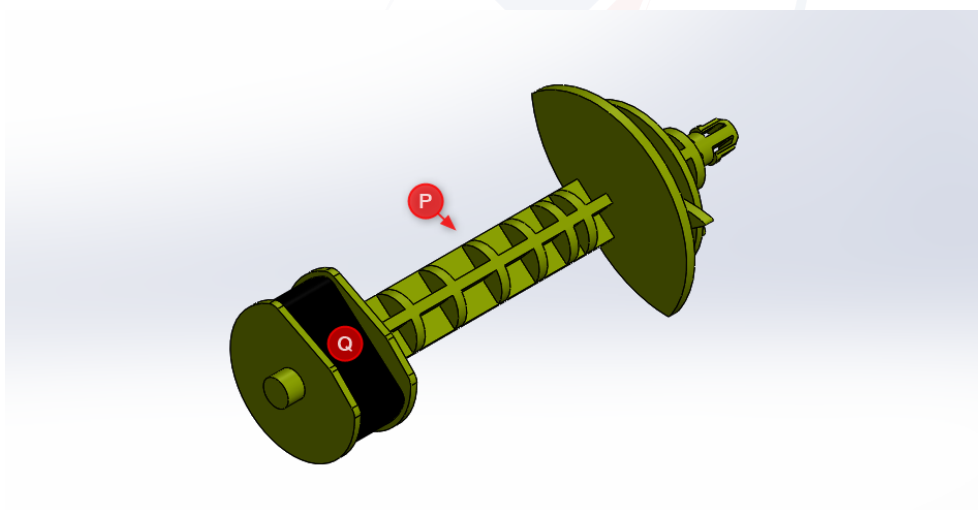


Figura 3.18: Rodillo alimentador de hoja  
Fuente: Autor

3. **Engranaje controlador del rodillo alimentador de hoja:** Constituido por las ruedas dentadas: (E), (F), (G), (H), (I), (J), (K), (L) y (M) mostradas en la Figura 3.19 y cuyas características son presentadas en el Apéndice A, trabajan en conjunto para permitir el movimiento del rodillo alimentador de hoja únicamente durante el proceso de preparación de hoja universitaria.

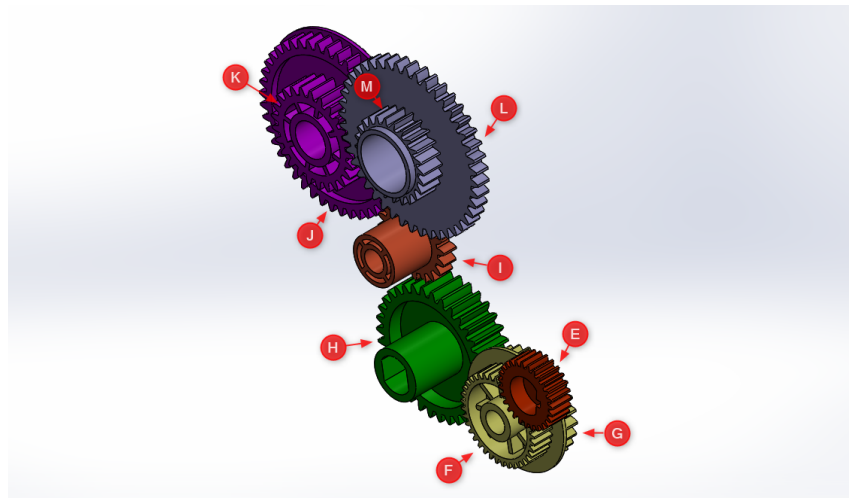


Figura 3.19: Engranaje controlador del rodillo alimentador hoja.

Fuente: Autor

4. **Conjunto controlador del movimiento del rodillo alimentador de hoja:** Presentado en la Figura 3.20, está conformado por los elementos de bloqueo etiquetados como (N) y (O) acoplados a las ruedas dentadas (M) e (I) respectivamente. Su función es asegurar que el rodillo alimentador de hoja gire únicamente durante el proceso de alimentación de hoja, tal que cuando el rodillo alimentador de hoja haya completado una vuelta los elementos de bloqueo (N) y (O) entren en contacto e impidan su movimiento hasta iniciar un nuevo proceso de alimentación de hoja.

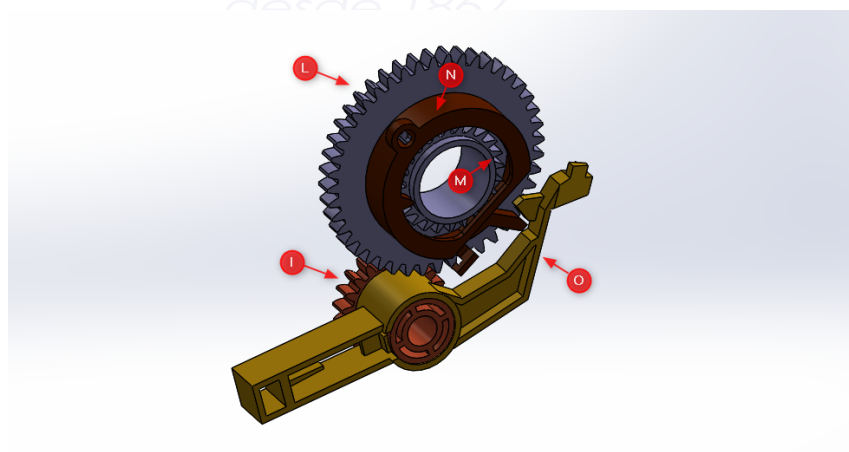


Figura 3.20: Conjunto controlador del movimiento del rodillo alimentador de hoja

Fuente: Autor

5. **Leva separadora de hojas.** Ilustrada en la Figura 3.21 con la etiqueta (T). Es la encargada de separar hojas universitarias previo a un nuevo proceso de alimentación de hojas, su movimiento es comandado al contacto con la leva del rodillo alimentador de hoja (P), originado durante la rotación en sentido horario del mismo.

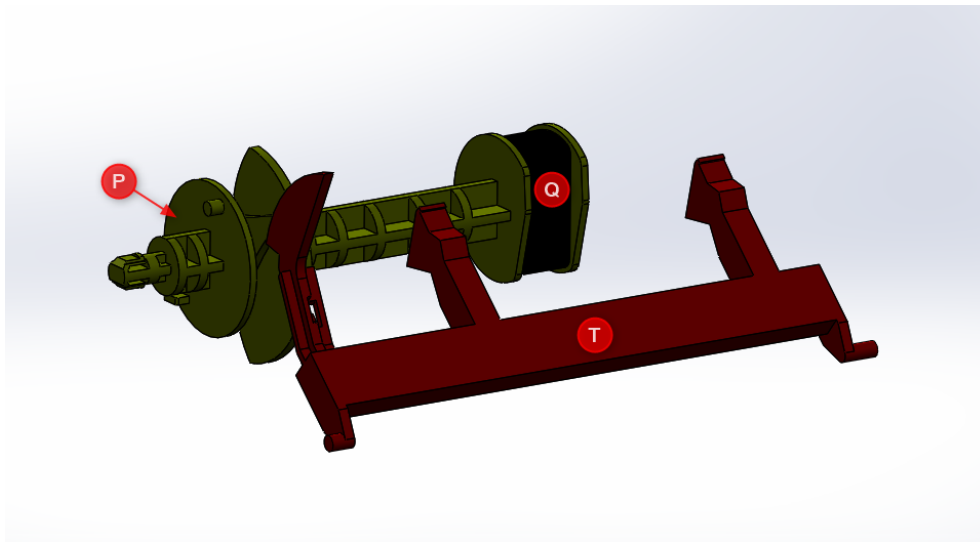


Figura 3.21: Leva separadora de hojas y rodillo alimentador de hojas  
Fuente: Autor

Por otra parte, para realizar el trabajo de detección de hoja; dentro de los componentes ilustrados en la Figura 3.22, dos elementos son clave: sensor de herradura (similar al de la Figura 3.12) y pestaña móvil, etiquetados como (W) y (X) respectivamente, donde (X) está montado sobre un soporte con la etiqueta (U) y libera u obstaculiza una luz infrarroja emitida en (W) al moverse (señal utilizada por el sistema electrónico para indicar la existencia de hoja, inicialmente obstaculizada previo al proceso de alimentación de hoja). El movimiento de (X) y por lo tanto el proceso de detección de hoja está condicionado a la existencia de una hoja en la bandeja, tal que durante el proceso de alimentación ésta se desplaza por debajo del soporte (U), empujando a (X) al chocar con su pestaña inferior, implicando la liberación del haz infrarrojo del sensor de herradura (W) y por lo tanto indicar la existencia de hoja universitaria dentro del dispensador.

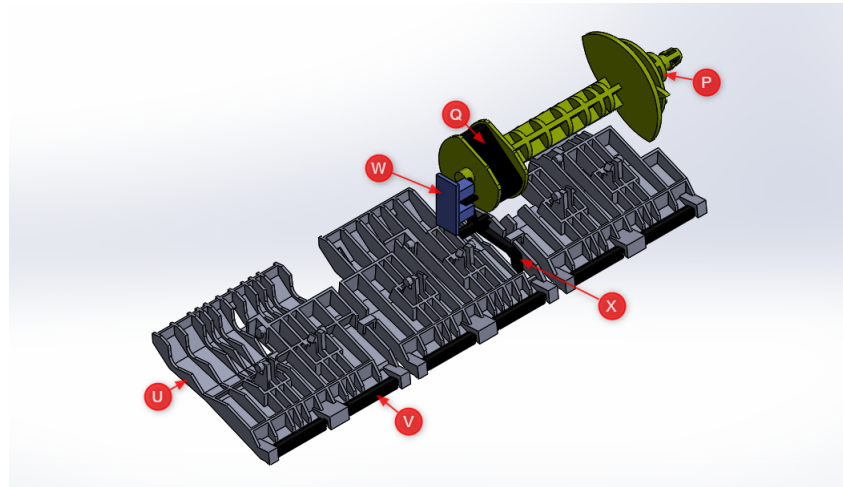


Figura 3.22: Elementos involucrados durante el proceso de detección de hoja.

Fuente: Autor

### Subsistema de expedición de hoja

Destinado a entregar hojas universitarias a sus compradores e ilustrado en la Figura 3.23. Su operación depende del movimiento del engranaje conformado por las ruedas dentadas: (A), (C) y (Y) quienes permiten la rotación de los rodillos etiquetados como: (D), (V) y (Z); utilizados para desplazar la hoja universitaria hacia su entrega.

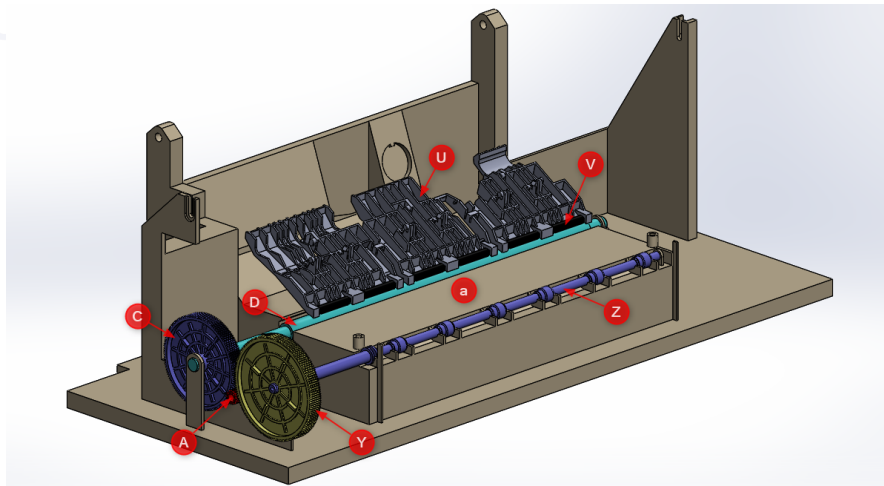


Figura 3.23: Elementos involucrados durante el proceso de expedición de hoja.

Fuente: Autor

### 3.4.1.3. Programación

Constituye el código fuente, cargado sobre la tarjeta principal del sistema electrónico, para ejecutar funciones previamente mencionadas, está desarrollado dentro del [IDE](#) de Arduino, en base a los siguientes segmentos: importación de librerías, declaración de objetos relacionados con las librerías, constantes y variables, configuración inicial y programa principal; los cuales son ilustrados en el diagrama de flujo de la Figura 3.25.

#### Importación de librerías.

Tarea realizada con el propósito de incluir las librerías utilizadas para el manejo y control de los elementos electrónicos conectados al *board* del Arduino Mega, tales como: Ethernet Shield, módulo [NFC](#) PN532, pantalla TFT-320QVT e impresora termal. Las librerías importadas son:

1. **SPI:** Desarrollada por Arduino<sup>1</sup>, permite la comunicación con dispositivos [SPI](#).
2. **Ethernet:** Desarrollada por Arduino, está diseñada para trabajar con todos los Ethernet Shield que dispongan del circuito integrado W5100, permite al *board* Arduino Mega conectarse a internet.
3. **PN532\_SPI:** Desarrollada por Seed Studio<sup>2</sup>, su propósito es indicar que el módulo [NFC](#) PN532 será manejado mediante [SPI](#).
4. **PN532:** Desarrollada por Seed Studio, es una librería utilizada para manejar dispositivos [NFC](#) que dispongan del integrado PN532.
5. **NfcAdapter:** Desarrollada por Don Coleman<sup>3</sup>, facilita la interacción con el adaptador [NFC](#) para leer y escribir datos en una *tag* [NFC](#) utilizando el módulo [NFC](#).
6. **UTFT:** Desarrollada por Rinky-Dink Electronics<sup>4</sup>, permite el control y el manejo de la pantalla TFT-320QVT, tal que pueda mostrar imágenes y texto.
7. **Qrdraw:** Encargada de codificar texto a formato de código [QR](#) y dibujarlo en pantallas que sean compatibles con la librería UTFT.
8. **Adafruit\_Thermal:** Desarrollada por Adafruit<sup>5</sup>, permite la comunicación y control de impresoras termales por parte de *boards* de Arduino, a través de comunicación serial.
9. **SoftwareSerial:** Diseñada por Arduino, encargada de soportar comunicación serial en diferentes pines a los comúnmente destinados en los *boards* de Arduino.

---

<sup>1</sup><https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>

<sup>2</sup><https://github.com/Seeed-Studio/PN532>

<sup>3</sup><https://github.com/don/NDEF>

<sup>4</sup><http://www.rinkydinkelectronics.com/library.php>

<sup>5</sup><https://github.com/adafruit/Adafruit-Thermal-Printer-Library>

10. **EEPROM:** Diseñada por Arduino, encargada de permitir el acceso a la memoria *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) del Arduino, la cual es una memoria que permite almacenar valores aún cuando el Arduino haya sido apagado.

### Declaración de objetos relacionados con las librerías, constantes y variables

Los objetos (Figura 3.24) descritos a continuación son declarados con el objetivo de establecer el medio para trabajar con los periféricos conectados a la tarjeta principal del sistema electrónico del dispensador de especies valoradas.

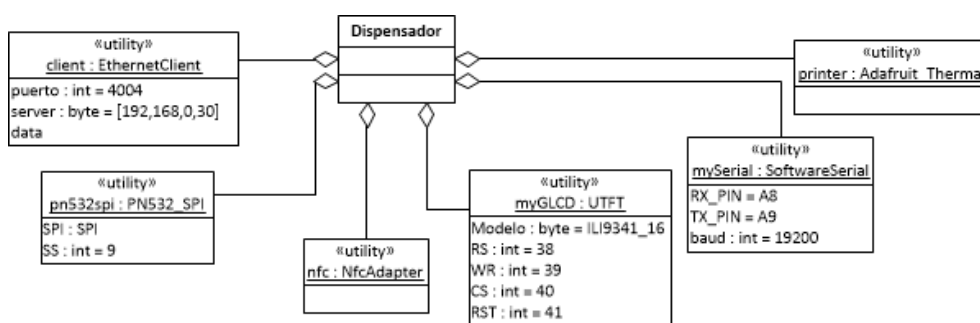


Figura 3.24: Instancias de objetos dentro del código fuente de la tarjeta principal.

Fuente: Autor

1. **client:** Relacionado con la librería Ethernet y perteneciente a la clase Ethernet-Client, es empleado para: definir la tarjeta principal del sistema electrónico como cliente de un servidor (a través del Arduino Ethernet Shield), conectar la tarjeta principal a un servidor con una dirección IP y un puerto definido (cuyos valores son mostrados en la Tabla 3.2), verificar la conexión de la tarjeta principal con el servidor, verificar la existencia de información proveniente del servidor, leer información proveniente del servidor, enviar información desde la tarjeta principal al servidor y terminar conexión con el servidor.
2. **pn532spi:** Trabaja con la librería PN532\_SPI, define la operación en modo **SPI** del módulo **NFC** PN532, sus parámetro son: **SPI** (indica que utilice la librería **SPI**) y el pin SS.
3. **nfc:** Vinculado con la librería NfcAdapter, permite: inicializar el módulo **NFC** PN532, verificar si existe una etiqueta **NFC** sobre el módulo **NFC** PN532 y escribir una etiqueta **NFC**.

4. **myGLCD:** Asociado a la librería UTFT, permite el manejo de la pantalla TFT-320QVT, en donde se debe especificar: el microcontrolador usado dentro de la pantalla (en este caso ILI9341\_16) además de los pines RS, WR, CS y RST.
5. **mySerial:** Ligado a la librería SoftwareSerial, es responsable de la comunicación serial con la impresora termal.
6. **printer:** Relacionado con la librería Adafruit\_Thermal, es la representación de la impresora termal con el cual se podrá ejecutar tareas como: inicialización de la impresora, verificación de papel en la impresora, impresión, envío de comandos especiales, etc.

En lo referente a las constantes utilizadas, son aquellas donde se determinaron: pines de alimentación para el módulo NFC PN532, pines de control del módulo L298N y parámetros relacionados a la configuración del Ethernet Shield (Tabla 3.2).

Tabla 3.2: Parámetros de configuración relacionados al Ethernet Shield

Parámetros	Valor
Dirección MAC del Ethernet Shield	90:A2:DA:0F:5A:21
Dirección IP del Ethernet Shield	192.168.1.50
Dirección IP del servidor	192.168.1.107
Puerto	4004

Respecto a variables utilizadas incluye las banderas de ejecución de comandos y *strings* que almacenan el contenido a mostrar: en la pantalla y el resultado de la impresora termal

### Configuración inicial.

Establecida en el bloque `setup()`, el cual es parte de la estructura básica de un programa en Arduino (mencionado en la sección 2.4.2 del capítulo 2). Es el responsable de tareas de configuración de: impresora termal, pantalla gráfica, pines relacionados al módulo NFC, inicialización del Ethernet Shield, conexión al servidor y configuración de pines manejadores del módulo L298N.

1. **Configuración de impresora termal:** Consiste en el establecimiento de la comunicación serial entre la impresora termal y la tarjeta principal del sistema electrónico en 19200 baudios además de la determinación del tamaño por defecto del texto a imprimir.
2. **Configuración de pantalla gráfica:** Comprende la inicialización, limpiado del contenido y presentación de imagen en pantalla.



3. **Configuración de pines relacionados al módulo NFC:** Preparación de los pines como salidas.
4. **Inicialización del Arduino Ethernet Shield:** De acuerdo a la documentación de la librería Arduino Ethernet se configura como salida el pin 53 del *board* de Arduino Mega, a continuación se inicializa el Arduino Ethernet Shield con la dirección MAC e IP presentadas en la Tabla 3.2.
5. **Conexión al servidor:** Se procede a conectar el Arduino Mega con el servidor y su respectivo puerto a través del Arduino Ethernet Shield, con los valores indicados en la Tabla 3.2.
6. **Configuración de pines controladores del módulo L298N:** Establecimiento de los pines utilizados como salida.

### Programa principal.

Bloque `loop()` definido en la Sección 2.4.2 del Capítulo 2, ilustrado en el diagrama de flujo de la Figura 3.25, es una función repetitiva la cual se encargada de tareas como: verificación de conexión con el servidor, lectura de mensajes recibidos desde el servidor, ejecución de comandos en función de los mensajes recibidos desde el servidor.

1. **Verificación de conexión:** Evaluación de conexión con el servidor, en caso de que se haya perdido, inmediatamente comienza con el proceso de reconexión.
2. **Lectura de mensajes recibidos desde el servidor:** Proceso encargado de verificar si se ha recibido algún mensaje del servidor, de serlo así procede a almacenar, el mensaje recibido.
3. **Ejecución de comandos en función de los mensajes recibidos del servidor.** Basado en la evaluación del mensaje almacenado tal que analizado es utilizado para verificar si corresponde al comando (cuya estructura y significado son descritos en la Sección 3.4.3.3) que ejecuta las siguientes tareas: consulta de disponibilidad de especies, registro de OTP, registro de datos, entrega de derechos y entrega de hojas.
  - **Consulta de disponibilidad de especies:** Encargada de evaluar si el dispositivo electrónico posee en existencia especies valoradas.
  - **Registro de OTP:** Tarea que indica comenzar a almacenar un OTP proveniente del servidor y grabarlo en la etiqueta NFC o codificarlo para mostrarlo en formato QR en la pantalla TFT-320QVT.
  - **Registro de datos:** Tarea que recibe los datos del cliente correspondientes a: nombre, apellido, cédula, teléfono, dirección, fecha de transacción y hora

de transacción, tal que estos sean almacenados en la memoria de la tarjeta principal.

- **Entrega de derechos:** Tarea que indica a dispensar derechos.
- **Entrega de hojas:** Tarea que indica a dispensar hojas

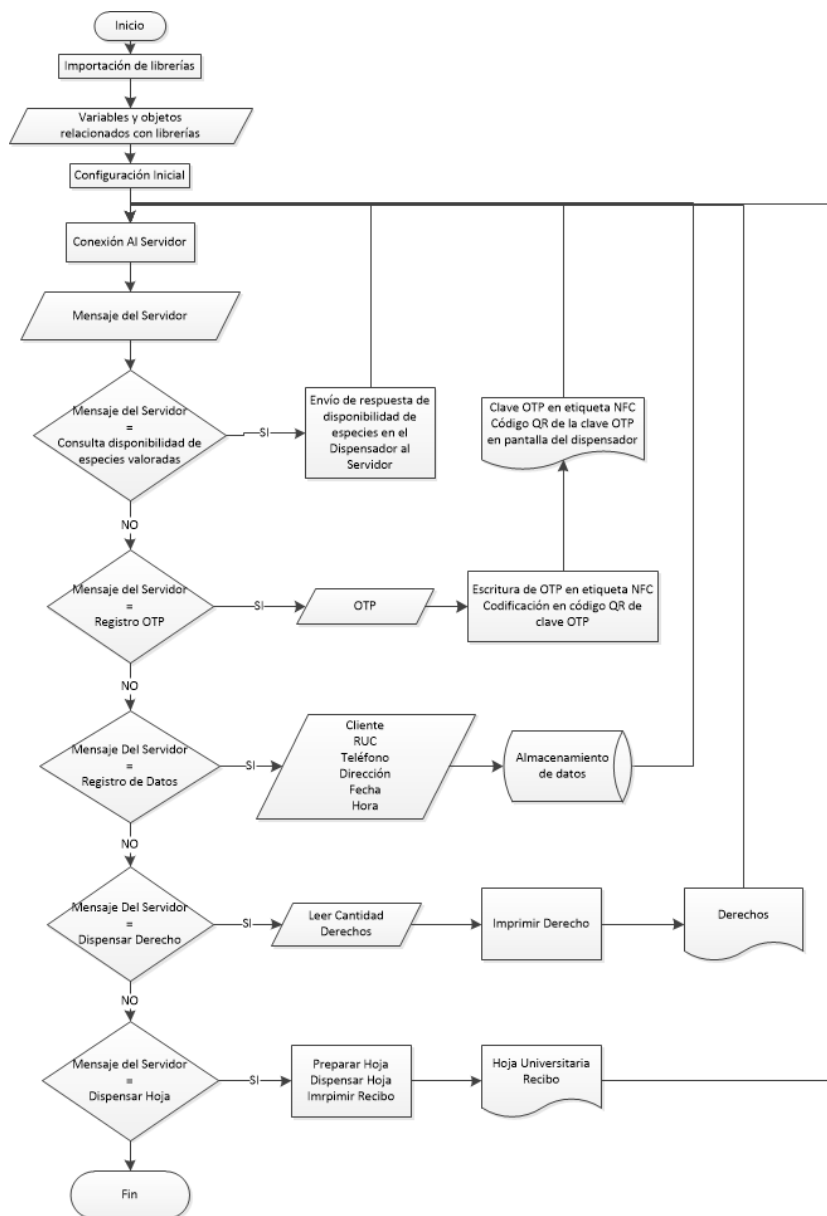


Figura 3.25: Diagrama de flujo del programa grabado dentro del Arduino Mega  
Fuente: Autor

### 3.4.2. Aplicación móvil

Utilizada para la interacción del usuario con el dispensador de especies valoradas. Responsable de tareas como: registrar y editar los datos personales del propietario del celular, gestionar la solicitud de compra de las especies deseadas, confirmar y enviar el pago al número del titular de la cuenta del proveedor de *M-Payments* proporcionado por EDMC (mediante del escaneo o lectura del OTP en formato QR en la pantalla del dispensador y escrita en formato de tipo texto en la etiqueta NFC colocada en el dispensador).

#### 3.4.2.1. Conceptualización de la interfaz de usuario

A partir de las tareas de la cual es responsable la aplicación móvil, se plantea una estructura similar a la ilustrada en la Figura 3.26, basada en 3 interacciones principales con el usuario; éstas son: registro de información, configuración de cuenta de usuario y compra de especies valoradas; las cuales son descritas a continuación:

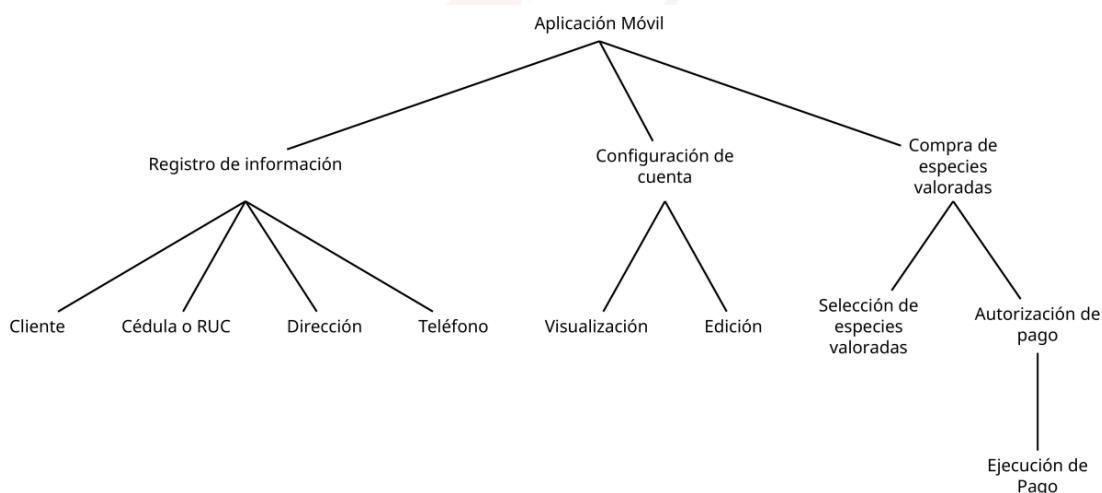


Figura 3.26: Conceptualización de la aplicación móvil

Fuente: Autor

1. **Registro de información:** Consiste en una secuencia de 4 pantallas, similares al de la Figura 3.27, en donde al inicializar por primera vez la aplicación móvil, el usuario registra sus datos personales; tales como: nombre y apellido, cédula, dirección de su domicilio y número de teléfono.

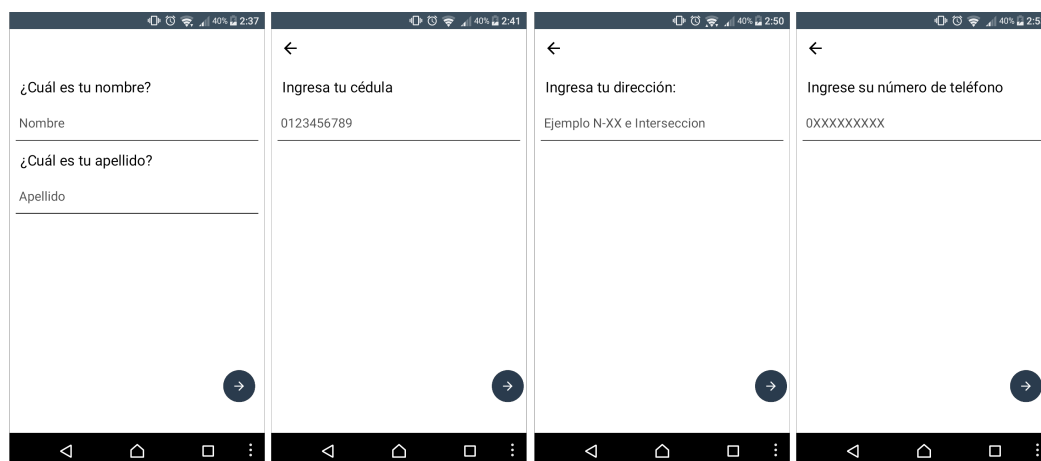


Figura 3.27: Pantallas utilizadas para el registro de información en la aplicación móvil  
Fuente: Autor

2. **Configuración de cuenta de usuario:** Interacción basada en 2 pantallas similares a las mostradas en la Figura 3.28, las cuales son utilizadas para visualización y edición de los datos de ingresados por el usuario.

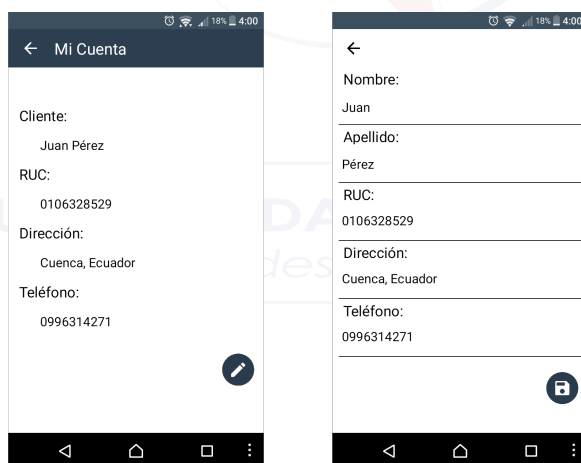


Figura 3.28: Pantallas utilizadas para visualización y edición de cuenta  
Fuente: Autor

3. **Compra de especies valoradas:** Comprende un conjunto de 2 pantallas (Similares a la de la Figura 3.29) utilizadas para realizar la compra de especies valoradas. La primera pantalla está dedicada a seleccionar y solicitar las especies valoradas a comprar, la segunda es empleada para realizar la autorización de pago vía comprobación del OTP disponible en el dispensador en formato de código QR

y NFC.

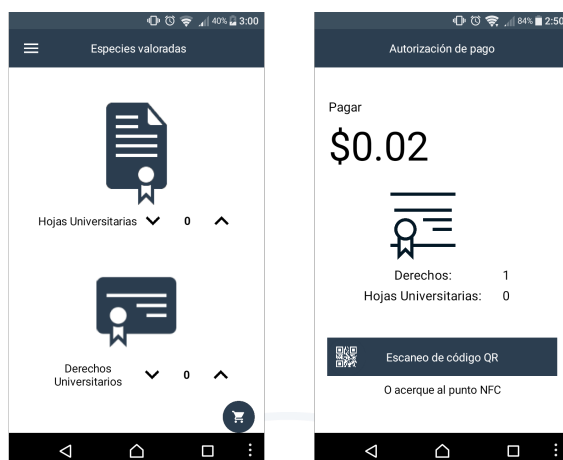


Figura 3.29: Pantallas utilizadas para la compra de especies valoradas

Fuente: Autor

De acuerdo al esquema de la Figura 3.26, por debajo de la autorización de pago está la ejecución de pago, que en la aplicación implica un proceso posterior a la realización de la autorización, el cual es representando mediante el despliegue de una ventana emergente que solicita ejecutar el pago por la compra realizada, a través del ingreso de la clave del usuario propietario de una cuenta del proveedor de *M-Payments EDMC* (Figura 3.30).

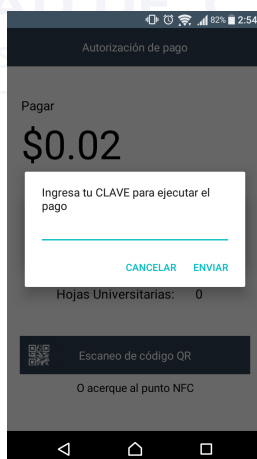


Figura 3.30: Ventana emergente que solicita la ejecución de pago

Fuente: Autor

### 3.4.2.2. Acceso al proveedor de M-Payments

Para ejecutar el pago de una especie valorada es necesario acceder al proveedor de *M-Payments EDMC*, para lo cual el comprador debe disponer de una cuenta de *EDMC*. Dicho acceso es realizado vía *USSD* a través de la aplicación celular en base a los pasos descritos a continuación e ilustrados en la Figura 3.31

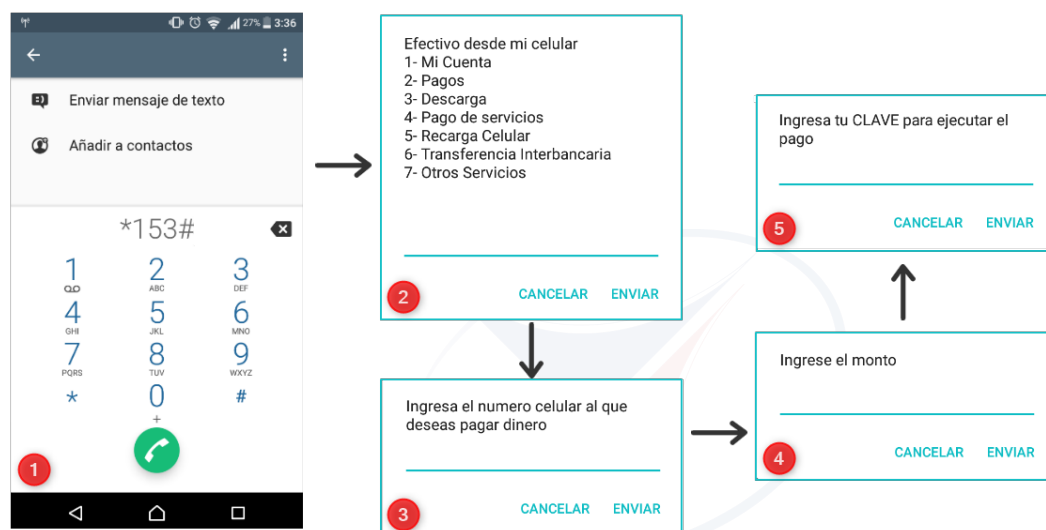


Figura 3.31: Secuencia de pago utilizando *EDMC*

Fuente: Autor

1. **Marcación a EDMC:** Realizada a través del ingreso de: \*153#.
2. **Selección de opción pagos:** Habilitada al ingresar la opción 2, del menú desplegado vía *USSD*.
3. **Ingreso de número celular del beneficiario:** Corresponde al ingreso del número de celular de la cuenta a la cual se va a realizar el pago.
4. **Ingreso de monto a pagar:** Corresponde a la cantidad que se va a transferir a la cuenta beneficiaria del pago.
5. **Ingreso de clave:** Permite la ejecución del pago, a través del ingreso de la clave del usuario propietario de una cuenta de *EDMC*.

Es así que con los pasos descritos anteriormente para acceder al proveedor de *M-Payments EDMC* y realizar el pago posterior (lo que implica la obtención de la ventana emergente ilustrada mostrada en la Figura 3.30) en base a la estructura definida en [14] para *USSD*, el esquema implementado dentro de la aplicación móvil es el siguiente:

\* 153 \* 2 \* Número de celular del beneficiario \* monto #

### 3.4.2.3. Comunicación con el servidor de gestión de compra y venta

La comunicación con el servidor se realiza a través de la red inalámbrica, en donde la aplicación envía luego de la realización de una solicitud de compra de especies valoradas, los siguientes datos: cantidad de hojas universitarias solicitadas, cantidad de derechos solicitados, nombre y apellido del comprador, cédula, dirección y número de teléfono; a la dirección IP correspondiente al servidor a través de un puerto específico mostrados en la Tabla 3.3.

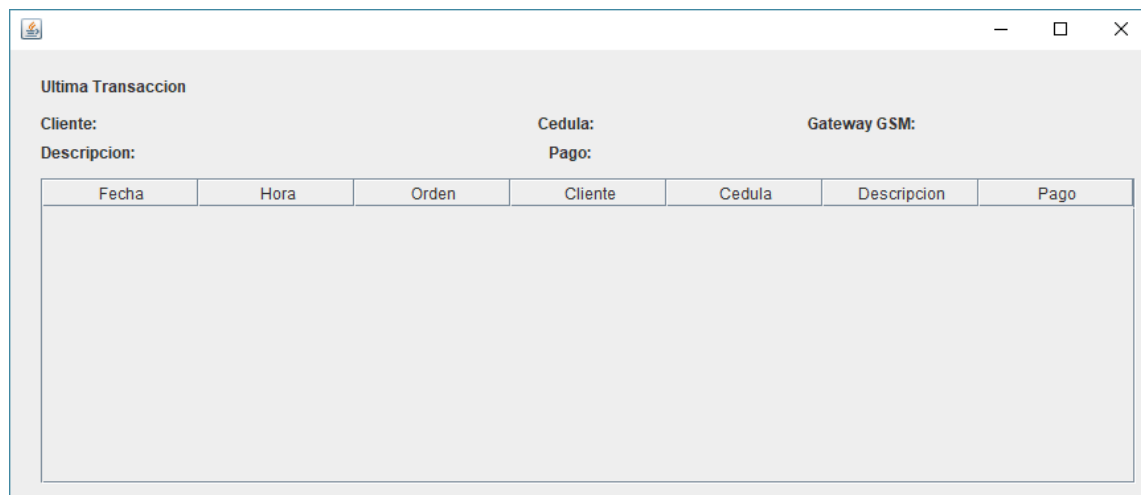
Tabla 3.3: Parámetros para la comunicación entre el servidor y la aplicación

Parámetros	Valor
Dirección IP del servidor	192.168.1.107
Puerto	4000

Como respuesta a la solicitud de compra, dependiendo de la disponibilidad de especies valoradas la aplicación obtiene del servidor un [OTP](#) (utilizada para autorizar el pago), la cantidad de especies a dispensar y el total a pagar (Figura 3.29).

### 3.4.3. Servidor de gestión de compra y venta

Encargado de la comunicación entre el dispensador de especies valoradas, la aplicación móvil y el proveedor de [M-Payments EDMC](#), se lo ha dividido en dos partes: software y hardware (dispositivo *gateway*).



Ultima Transaccion

Cliente: Cedula: Gateway GSM:  
Descripcion: Pago:

Fecha	Hora	Orden	Cliente	Cedula	Descripcion	Pago
-------	------	-------	---------	--------	-------------	------

Figura 3.32: Monitor del servidor

Fuente: Autor

### 3.4.3.1. Software

Constituye el núcleo encargado de la gestión de la compra y venta de especies valoradas, entre sus funciones se encuentran: recibir los datos provenientes de la aplicación móvil (datos personales del cliente y especies valoradas a comprar), enviar al dispensador los datos del comprador y las especies valoradas a entregar, generar y enviar al dispensador un **OTP** para autorizar el pago por las especies valoradas, recibir la confirmación de pago y enviar la confirmación de entrega de especies valoradas al dispensador, el diagrama de flujo que detalla su operación es ilustrado en la Figura 3.33 y explicado a continuación.

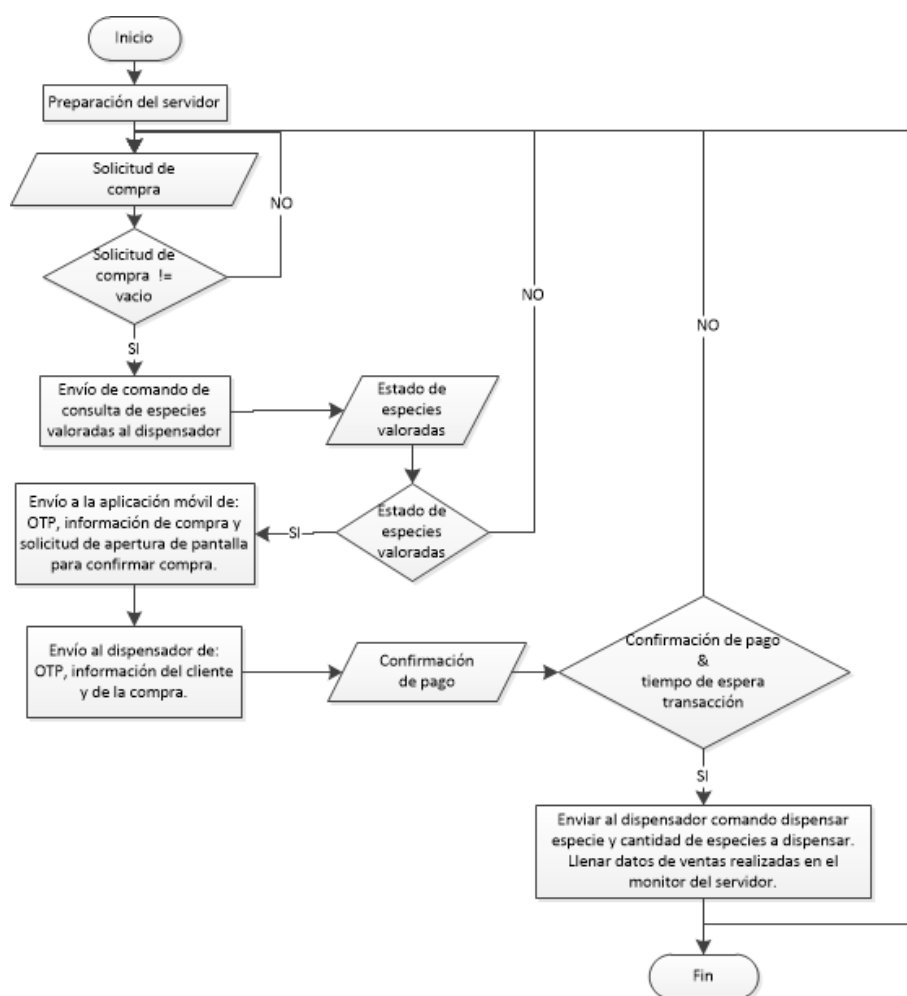


Figura 3.33: Diagrama de flujo del servidor de gestión de compra y venta  
Fuente: Autor



1. **Preparación del servidor:** Abarca el establecimiento de los procedimientos paralelos encargados de enviar y recibir datos provenientes del dispensador, la aplicación móvil y el dispositivo *gateway*. Además en esta etapa se inicializa el monitor de transacciones recibidas (Figura 3.32), en donde se indica el estado del dispositivo *gateway*, el historial de transacciones recibidas y la última transacción recibida.
2. **Solicitud de compra:** Comprende dos tareas: lectura de solicitud de compra y evaluación de solicitud.
  - **Lectura de solicitud de compra.** En esta etapa se lee la información proveniente de la aplicación móvil, ésta es: datos del cliente y especies valoradas a comprar.
  - **Verificación de solicitud de compra.** Se realiza con el propósito de evaluar la existencia de información proveniente desde la aplicación móvil.
3. **Consulta especies valoradas:** Consiste en el envío al dispensador de especies valoradas del comando responsable (formado de acuerdo a la estructura descrita más adelante en la Sección 3.4.3.3) de la verificación de especies valoradas disponibles (Tabla 3.4).
4. **Respuesta sobre solicitud de consulta de especies valoradas:** Comprende la lectura de la información recibida desde el dispensador con el estado de las especies valoradas dentro del dispensador.
5. **Evaluación del estado de las especies valoradas:** Tarea encargada de continuar con el proceso de venta de especies valoradas en base a la verificación de existencias de especies valoradas deseadas por el comprador.
6. **Envío de información a la aplicación móvil:** A partir del visto bueno originado por el paso anterior, el servidor se encarga de generar y enviar un **OTP** a la aplicación móvil así como también la cantidad a pagar.
7. **Envío de información al dispensador de especies valoradas:** Comprende el envío del mismo **OTP** del paso anterior, además de los datos relacionados al cliente y la compra; tales como: nombre, apellido, cédula, dirección, teléfono, fecha de compra y hora de compra.
8. **Lectura de confirmación de pago:** Realizada a partir de la información entregada por el dispositivo *gateway* cuando se ha concretado un pago.
9. **Evaluación de confirmación de pago y tiempo de espera:** Tarea encargada de continuar con el proceso de venta de especies valoradas en función de la realización de un pago durante un tiempo de espera estimado y la confirmación

del mismo.

10. **Envío de comandos al dispensador:** Proceso encargado de enviar los comandos (formados de acuerdo a la estructura descrita más adelante en la Sección 3.4.3.3) responsables de indicar al dispensador la especie valorada a entregar además de la cantidad respectiva (Tabla 3.4).
11. **Llenado del monitor del servidor:** Utilizado para mostrar en el monitor del dispensador la transacción recibida.

### 3.4.3.2. Dispositivo gateway

Formado por un módulo GPRS SIM900 (Figura 3.34) montado sobre un Arduino UNO (Figura 2.11), el cual está conectado vía USB al servidor gestión de compra y venta, está encargado de la comunicación entre la red móvil y el servidor de gestión de compra y venta, recibe las confirmaciones de pagos realizados al beneficiario del dispensador de especies valoradas, enviados en formato SMS desde el proveedor de *M-Payments* EDMC, con un texto similar al SMS observado en la ilustración derecha de la Figura 2.3; donde la información utilizada para el procesamiento comprende el siguiente texto:

“Recibiste un pago de USDX.XX a tu monedero”

Dicho texto es transmitido via USB desde el dispositivo *gateway* al servidor, donde X.XX indica la cifra monetaria correspondiente al pago recibido por las especies valoradas compradas.

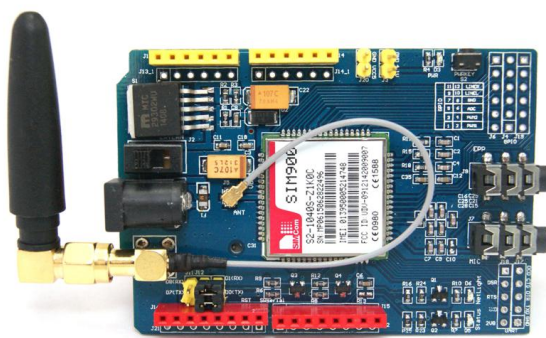


Figura 3.34: Módulo GPRS SIM900

Fuente: Autor

### 3.4.3.3. Comunicación con el dispensador de especies valoradas

Con el propósito de que el dispensador pueda identificar y ejecutar tareas solicitadas desde el servidor se ha establecido un conjunto de tramas cuya estructura básica es mostrada en la Figura 3.35, y está basada en: delimitadores, comandos y datos.

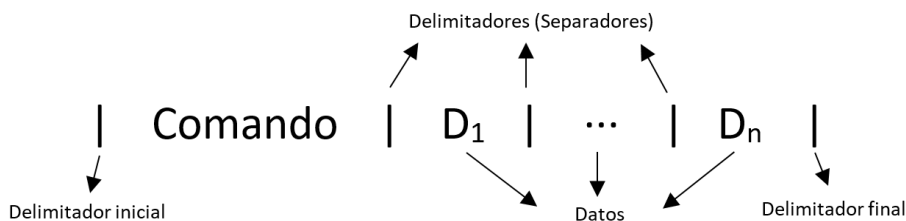


Figura 3.35: Estructura de las tramas enviadas al dispensador desde el servidor  
Fuente: Autor

1. **Delimitadores:** Son barras verticales “|” encargadas de encerrar comandos y datos, como se ilustra en la Figura 3.35 existen 3 tipos de delimitadores: inicial (encargado de indicar el inicio de una trama), separador (encargados de separar comandos y datos) y final (encargado de indicar el final de una trama)
2. **Comando:** Consiste de un solo carácter entre la letra A hasta la letra E, encerrado entre delimitadores (“Comando” de Figura 3.35), al cual le corresponde una acción a ejecutar (Tabla 3.4), en algunos casos (comandos B al E) viene acompañado de datos relacionados con la acción a ejecutar.

Tabla 3.4: Tareas que permiten realizar los comandos enviados al dispensador

Comando	Tarea
A	Solicita consulta de la existencia de especies valoradas
B	Indica que a continuación va a recibir un OTP
C	Indica que a continuación se va a recibir datos del cliente y transacción
D	Envía solicitud de ejecución de entrega de derecho universitario y el número de derechos universitarios a entregar
E	Envía solicitud de ejecución de entrega de hoja universitaria y el número de hojas universitarias a entregar

3. **Datos:** Corresponde a información relacionada con los comandos del B al E ( $D_1, \dots, D_n$  de la Figura 3.35), consiste en parte de la trama donde se puede

especificar: **OTP**, datos del cliente, fecha de compra, hora de compra, cantidad de hojas a comprar y cantidad de derechos a comprar. Su estructura es ilustrada en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Datos acompañantes de los comandos enviados desde el servidor al dispensador

Comando	Dato que lo acompaña
A	Ninguno
B	OTP
C	Nombre, cédula, dirección, teléfono, fecha, hora
D	Cantidad de derechos universitarios
E	Cantidad de hojas universitarias

La estructura y un ejemplo de cómo se envía las tramas es mostrada en la Tabla 3.6

Tabla 3.6: Estructura y ejemplo de las tramas enviadas al dispensador

Comando	Modelo	
A	Estructura Base	A
	Ejemplo	
B	Estructura Base	B OTP
	Ejemplo	
C	Estructura Base	C Nombre Cédula Dirección Teléfono Fecha Hora
	Ejemplo	
D	Estructura Base	D Cantidad derechos
	Ejemplo	
E	Estructura Base	E Cantidad hojas
	Ejemplo	

## Capítulo 4

# Resultados y conclusiones

El capítulo descrito a continuación muestra el prototipo elaborado así como también los resultados operativos que presenta, en donde se incluyen los puntos de vista del comprador y beneficiario. Además incluye información sobre trabajos futuros y conclusiones.

### 4.1. Prototipo elaborado

La imagen presentada en la Figura 4.1 muestra el prototipo fabricado del dispensador de especies valoradas, cuyas partes son presentadas en los Apéndices A, C y la Sección 3.4.1.

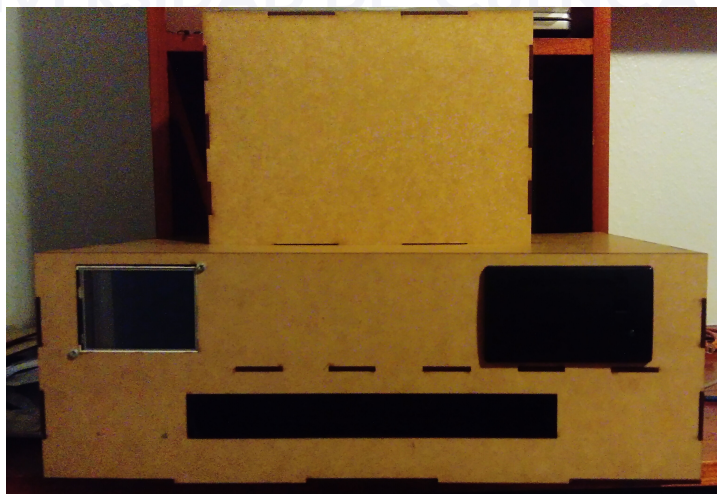


Figura 4.1: Dispensador de especies valoradas construido  
Fuente: Autor

En caso de reproducir más prototipos y con el objetivo de verificar si es factible hacerlo, se replicaron algunas de las partes del sistema mecánico (Figura 4.2) mediante impresión 3D, utilizando una impresora prusa i3 y como materia prima filamento de ácido poliáctico (*Polyactic Acid* (PLA), por sus siglas en inglés) de 1.75 mm de color blanco. Además en la Figura 4.2 se observa que las ruedas dentadas (C) y (Y) engranan satisfactoriamente pues están definidos por el mismo módulo como se describe en sus respectivos dibujos mostrados en el Apendice A.

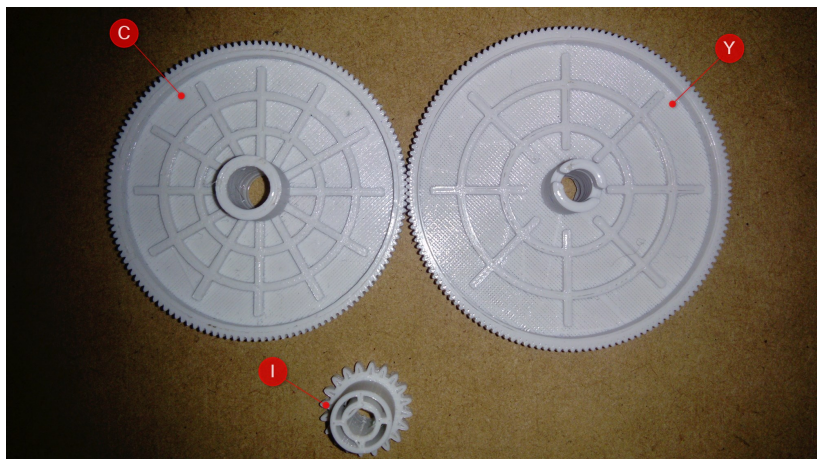


Figura 4.2: Ruedas dentadas: (C), (I) y (Y) fabricadas mediante impresión 3D  
Fuente: Autor

## 4.2. Resultados operativos

Estos resultados son presentados en base al funcionamiento de la implementación desarrollada y están divididos en los puntos de vista del comprador y beneficiario.

### 4.2.1. Punto de vista del comprador

Desde el punto de vista del comprador los resultados obtenidos se resumen desde la interacción con el dispensador de especies valoradas hasta llegar a la entrega de las especies valoradas compradas, para lo cual se cubre los siguientes aspectos: preparación del dispensador, interacción con la aplicación móvil, presentación de OTPs en el dispensador de especies valoradas y entrega de especies valoradas.

1. **Preparación del dispensador:** Es un proceso transparente para el usuario y está concluido cuando se muestra la imagen de la Figura 4.3 en la pantalla



del dispensador de especies valoradas. Esta pantalla informa al usuario que el dispensador esta listo para recibir peticiones de compras.

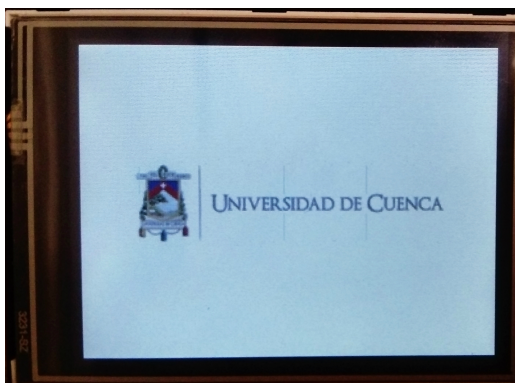


Figura 4.3: Pantalla del dispensador preparado  
Fuente: Autor

2. **Interacción con la aplicación móvil:** Proceso detallado en el manual de usuario del Apéndice G, encargado de describir los pasos existentes desde la inicialización de la aplicación hasta el pago por las especies valoradas compradas.
3. **Presentación de OTPs en el dispensador de especies valoradas:** Proceso mostrado en el dispensador de especies valoradas mediante un OTP constituido por un conjunto de 15 caracteres formado por letras y dígitos aleatorios. En las Figuras 4.4 y 4.5 se muestra respectivamente un ejemplo de las dos formas de presentación del OTP (con el conjunto de caracteres HATas8EXJt87Fa2): en formato de código QR y almacenado en una etiqueta NFC alojada en el dispensador (el cual es leído utilizando la herramienta NFC Tools).



Figura 4.4: OTP en formato QR mostrado en la pantalla del dispensador  
Fuente: Autor

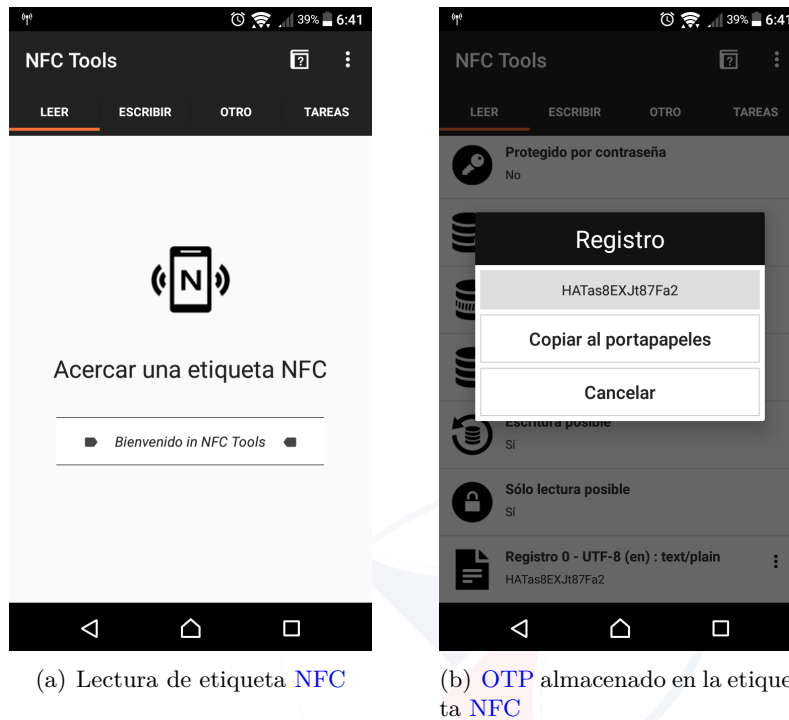


Figura 4.5: OTP almacenado en la etiqueta NFC del dispensador  
Fuente: Autor

4. **Mensaje de entrega:** Proceso mostrado en la pantalla del dispensador, que indica al usuario la entrega de especie valorada a través de un mensaje similar al de la Figura 4.6.

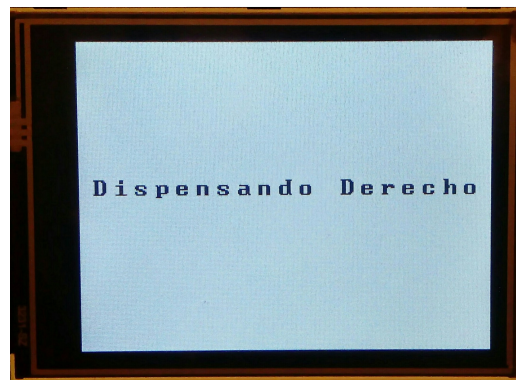


Figura 4.6: Mensaje de entrega de especie valorada  
Fuente: Autor



5. **Especies valoradas:** El dispensador entrega dos tipos de especies valoradas: derechos universitarios y hojas certificadas similares al de la Figura 4.7.

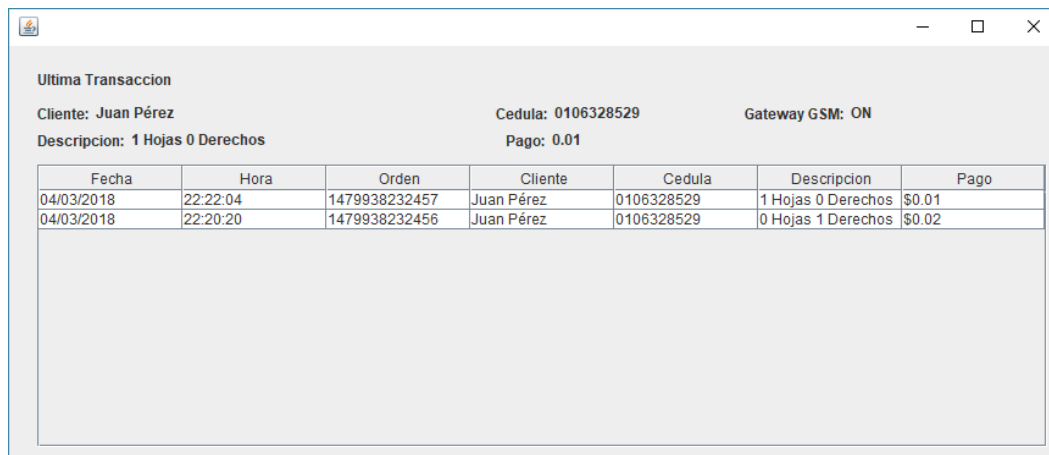


Figura 4.7: Especies valoradas entregadas

Fuente: Autor

#### 4.2.2. Punto de vista del beneficiario

Desde el punto de vista del beneficiario el resultado operativo se basa en los eventos mostrados en el servidor de gestión de compra y venta a través del monitor de transacciones del servidor. El monitor de transacciones del servidor ilustrado en la Figura 4.8 muestra dos transacciones recibidas por compras de especies valoradas ordenadas por fecha y hora, en donde se observa el resultado cuando se realiza una compra de derecho universitario y otra de hoja certificada.



Ultima Transaccion

Cliente: Juan Pérez      Cedula: 0106328529      Gateway GSM: ON

Descripcion: 1 Hojas 0 Derechos      Pago: 0.01

Fecha	Hora	Orden	Cliente	Cedula	Descripcion	Pago
04/03/2018	22:22:04	1479938232457	Juan Pérez	0106328529	1 Hojas 0 Derechos	\$0.01
04/03/2018	22:20:20	1479938232456	Juan Pérez	0106328529	0 Hojas 1 Derechos	\$0.02

Figura 4.8: Monitor de transacciones del servidor en ejecución

Fuente: Autor

### 4.3. Conclusiones y trabajos futuros

La implementación realizada propone una mejora significativa hacia la comunidad universitaria durante el proceso de compra y venta de especies valoradas como: derechos universitarios y hojas certificadas; pues a diferencia del proceso tradicional realizado en tesorería y únicamente en horarios de oficina, plantea una solución que posibilita automatizar y descentralizar dicho proceso, ya que los involucrados directos tales como: comprador y beneficiario (Universidad) interactuarían a través de un dispositivo tecnológico identificado con el nombre de dispensador de especies valoradas, el cual estaría alojado en cualquier lugar de las diferentes instalaciones de la Universidad y operaría las 24 horas del día.

En la solución planteada, el cobro por las especies valoradas es realizado mediante un proveedor [M-Payments EDMC](#) el cual maneja dinero electrónico y permite realizar pagos mediante [USSD](#), desde la cuenta del comprador hacia la del beneficiario; este proceso es inicializado desde una aplicación móvil por el comprador luego de escoger la especie deseada y posteriormente realizar la autorización del pago a través de la comprobación del [OTP](#) alojado en el dispensador y la aplicación móvil. Sin embargo como trabajo futuro se considera explorar otros proveedores de pagos móviles disponibles en el país pues el servicio de pagos que proporciona [EDMC](#) termina sus operaciones el 31 de marzo del 2018 de acuerdo al comunicado emitido por el Banco Central del Ecuador el 6 de febrero del 2018.



Otros posibles trabajos futuros serían los siguientes:

- **Evaluación de un nuevo diseño del dispensador de especies valoradas:** Respecto al acabado final y a la forma del prototipo en donde se incluya un mecanismo de seguridad para la bandeja de hojas universitarias y las hojas (derechos certificados) entregadas por la impresora termal, además se considere la incorporación de una impresora termal con corte de papel integrado.
- **Compra de especie valorada basada en una transacción inicializada por el beneficiario:** Propuesta que va de la mano con la búsqueda de un nuevo proveedor de *M-Payments*, con el propósito de que el *OTP* facilite un rol donde se autorice un débito instantáneo por la especie valorada.
- **Nuevo modelo de hoja universitaria:** Basado en uno donde el comprador imprime su propia hoja universitaria la cual integre un mecanismo de identificación mediante códigos *QR*.



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



# Apéndices

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*





## Apéndice A

# Partes del sistema mecánico del dispensador de especies valoradas



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

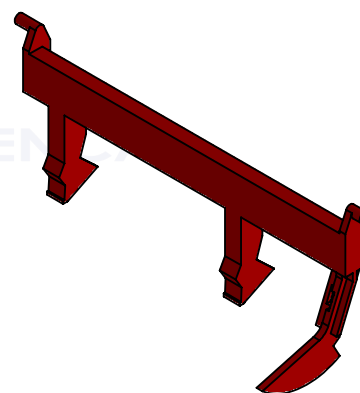
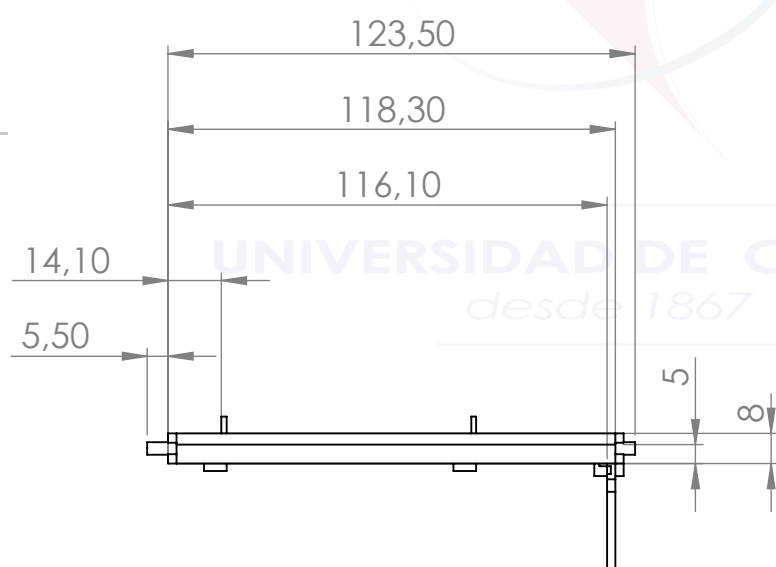
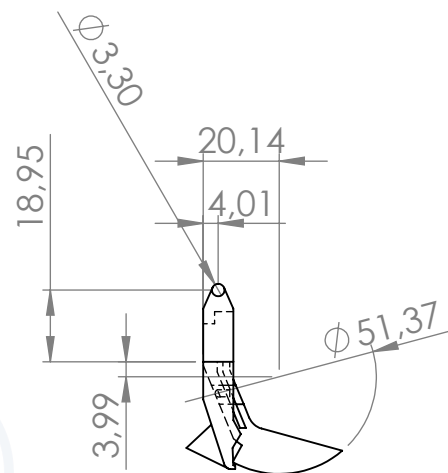


---

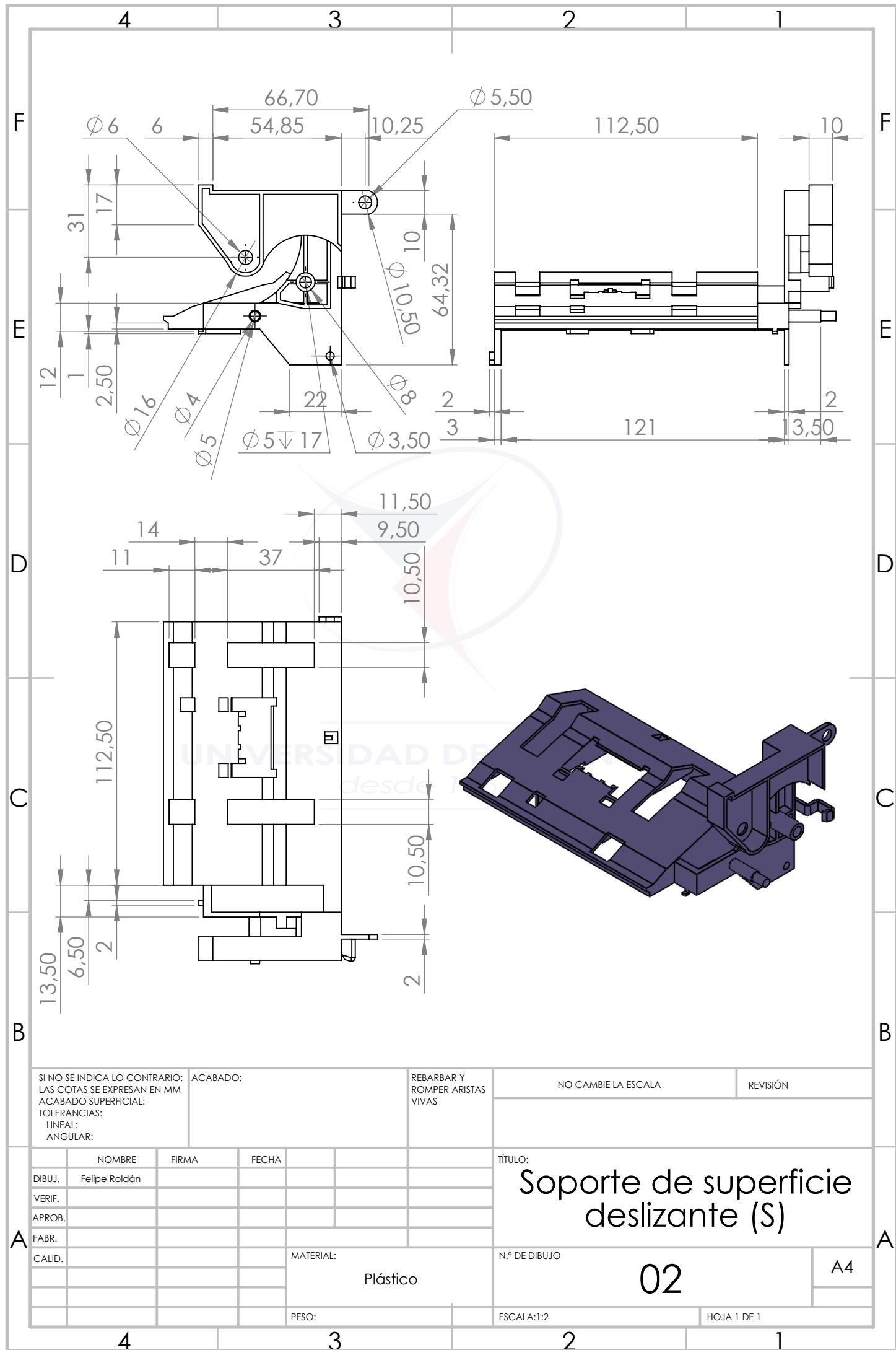
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---

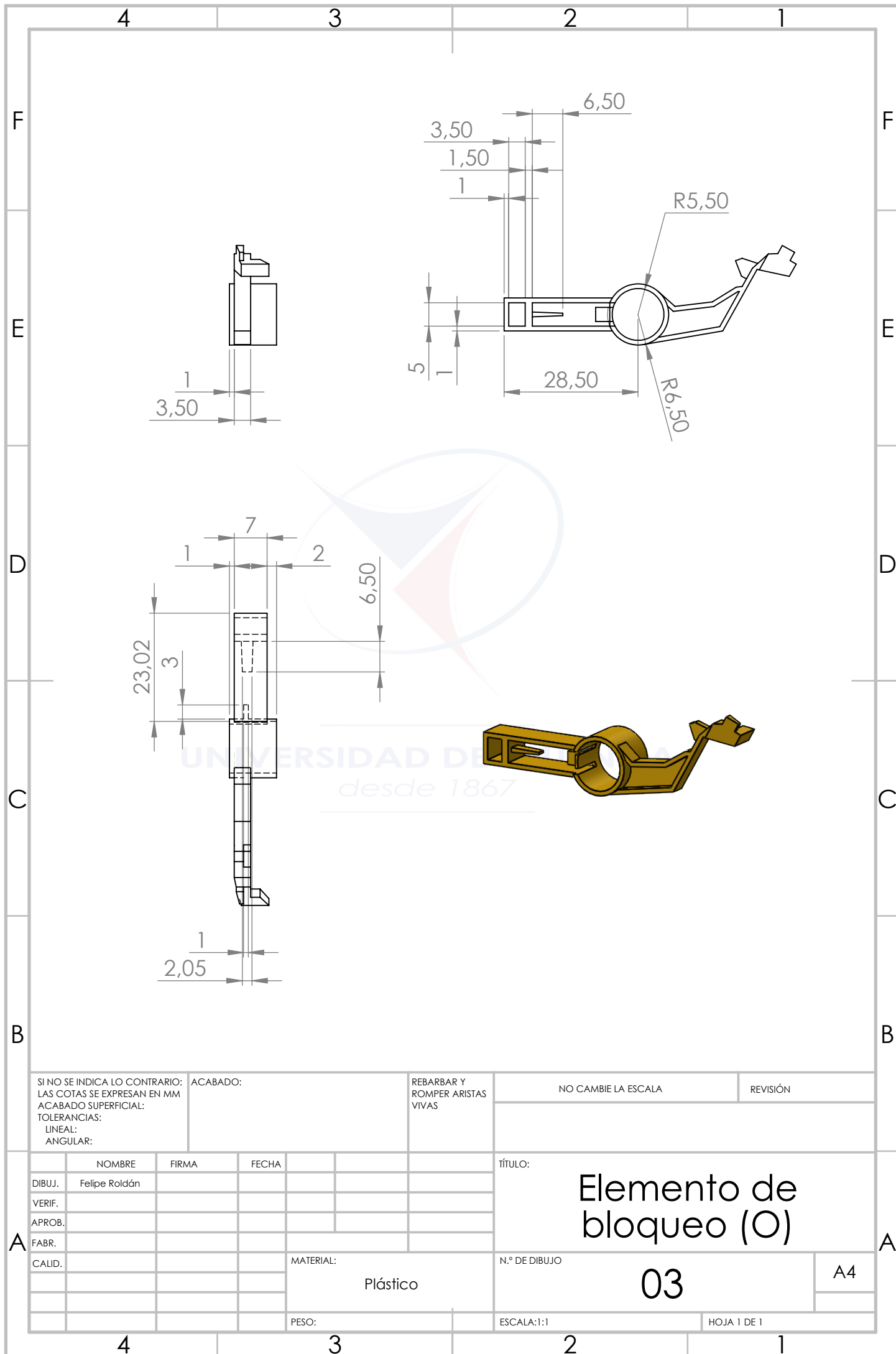


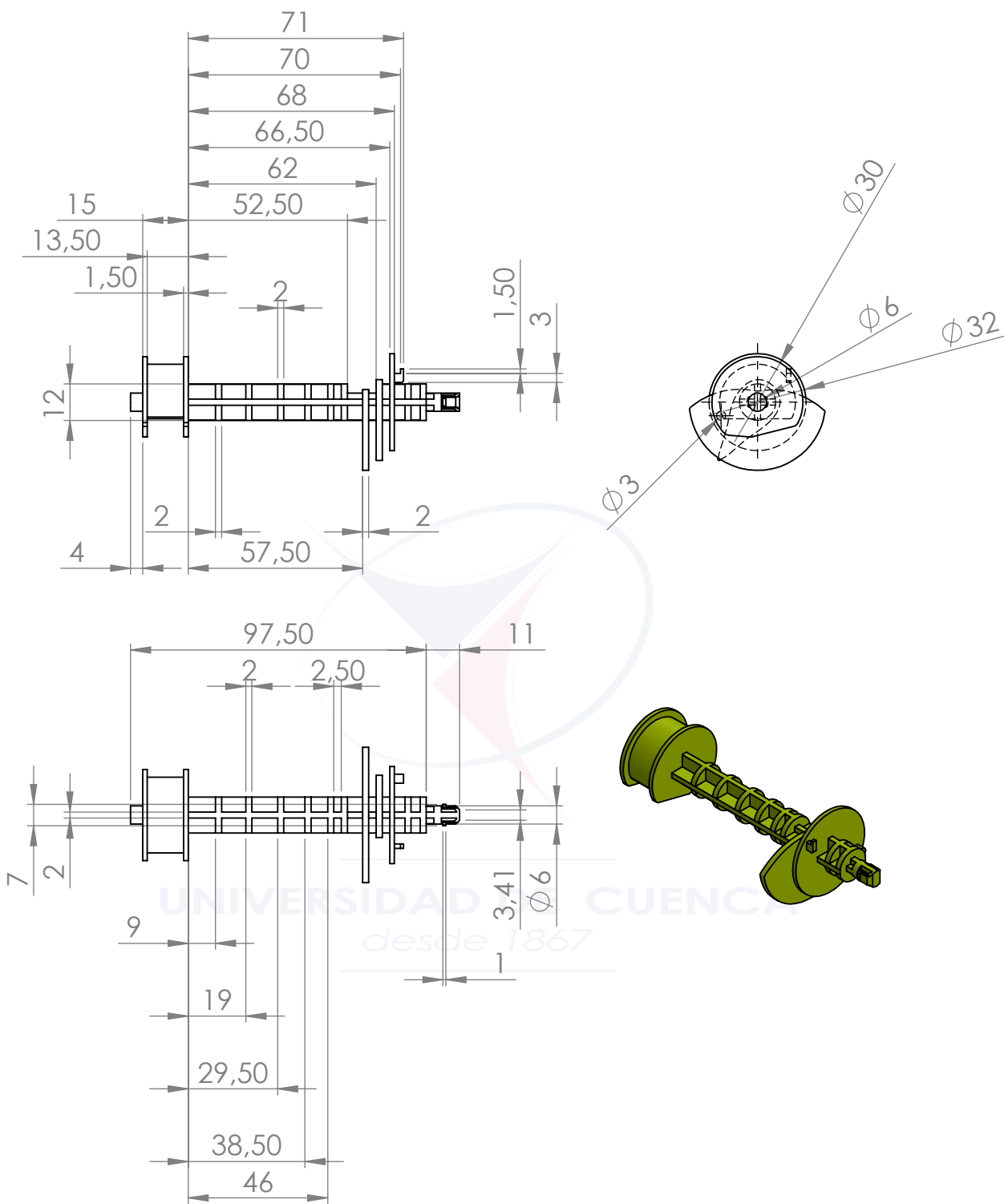


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN					
									<div>TÍTULO:</div> <div>Leva separadora de hojas (T)</div>								
NOMBRE			FIRMA			FECHA											
DIBUJ.			Felipe Roldán														
VERIF.																	
APROB.																	
FABR.																	
CALID.						MATERIAL:  Plástico			N.º DE DIBUJO			01			A4		
						PESO:			ESCALA:1:2			HOJA 1 DE 1					



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
NOMBRE			FIRMA			FECHA			TÍTULO:  Soporte de superficie deslizante (S)					
DIBUJ.			Felipe Roldán											
VERIF.														
APROB.														
FABR.														
CALID.														
						MATERIAL:			N.º DE DIBUJO  02					
						Plástico								
									A4					
						PESO:			ESCALA:1:2					
									HOJA 1 DE 1					





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rodillo alimentador  
de hoja (P)

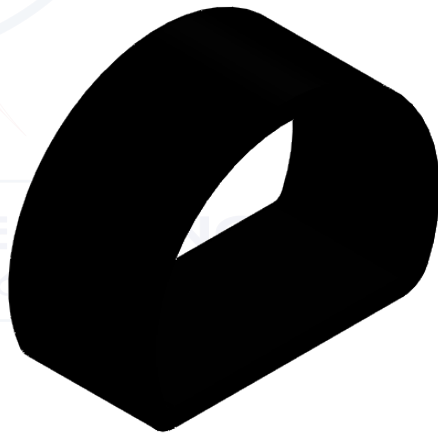
N.º DE DIBUJO

04

A4

ESCALA: 1:2

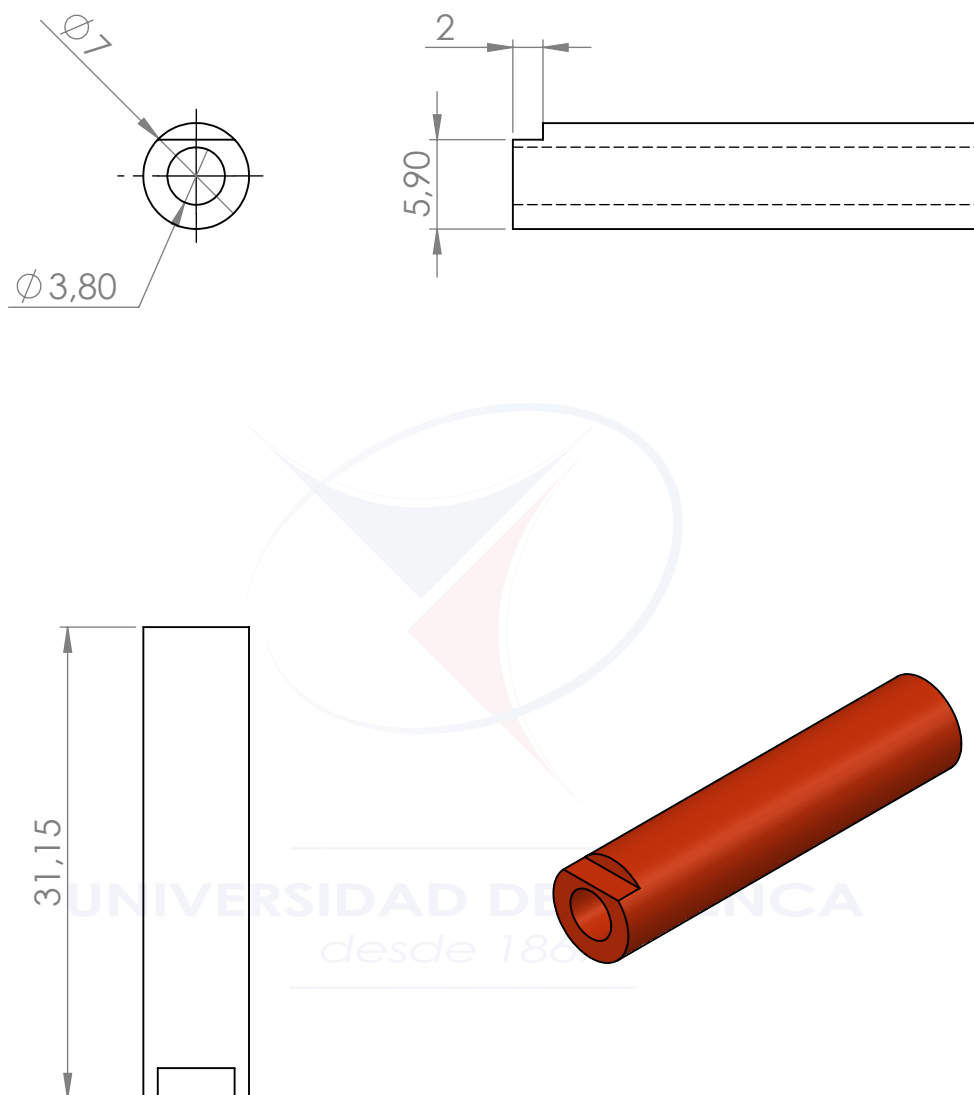
HOJA 1 DE 1



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.				MATERIAL:	
				PESO:	

TÍTULO:		Caucho (Q)	
N.º DE DIBUJO		05	A4
ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1	





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Eje (d)

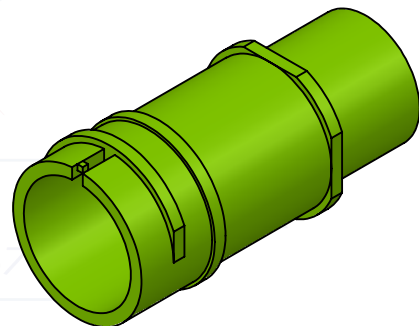
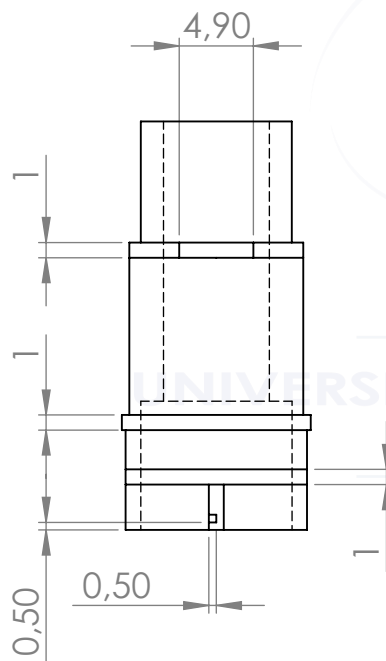
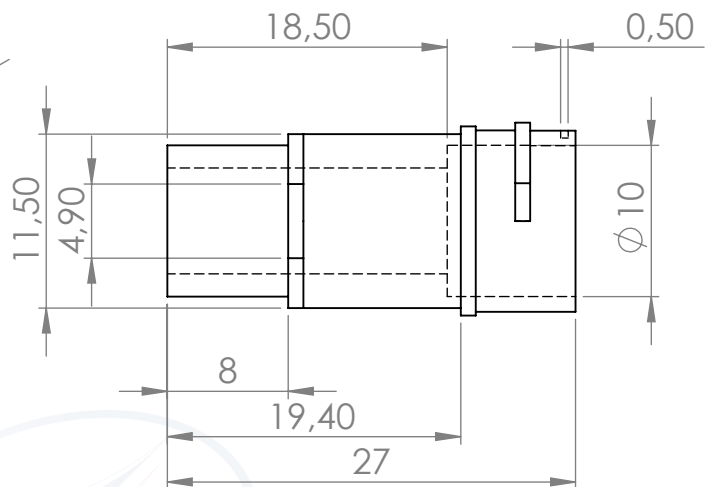
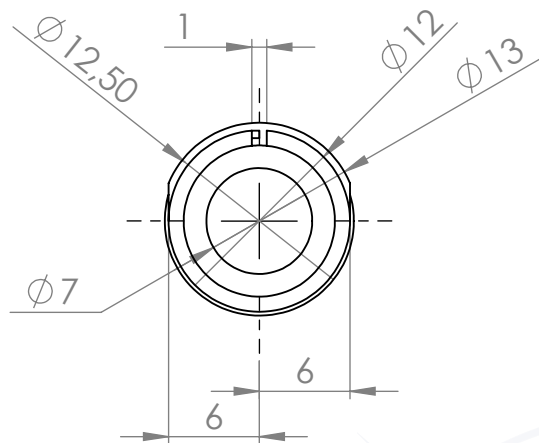
N.º DE DIBUJO

07

A4

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	FelipeRoldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rodillo inferior (c)

N.º DE DIBUJO

08

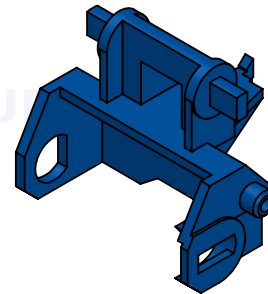
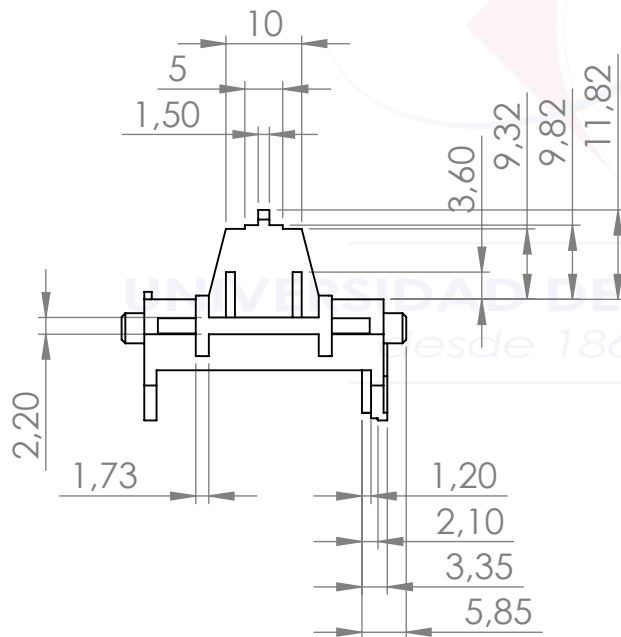
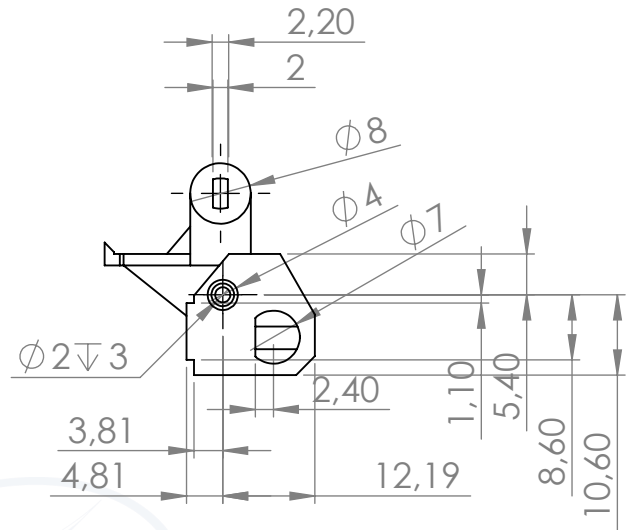
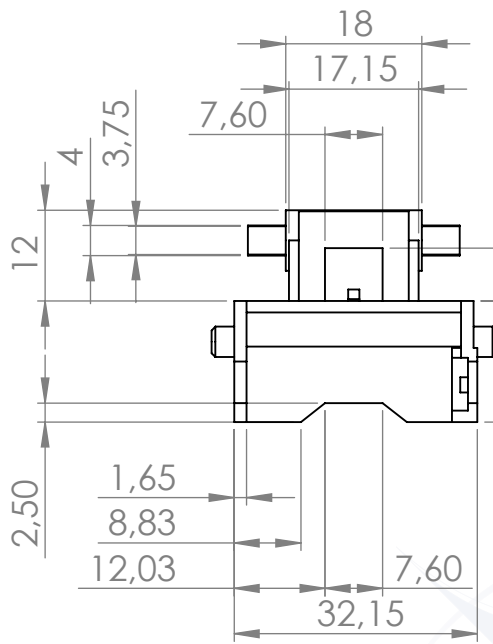
A4

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1







SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Felipe Roldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				
			MATERIAL:	
			Plástico	
			PESO:	

TÍTULO:

Soporte (e)

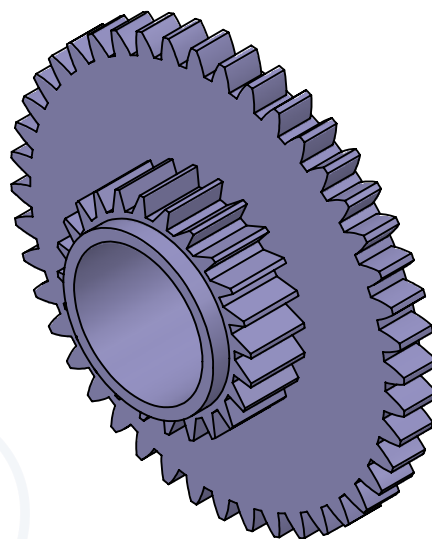
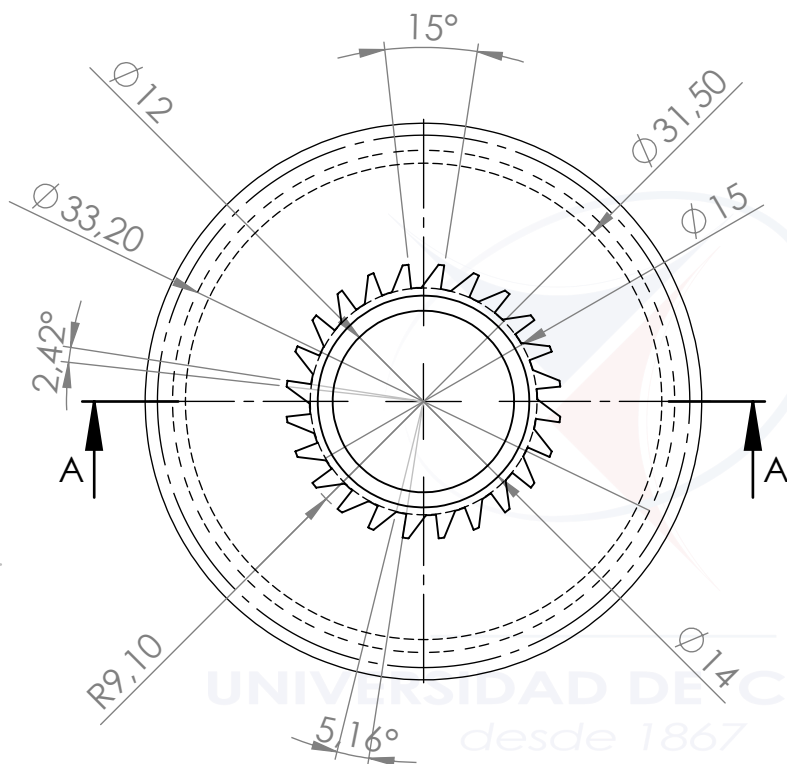
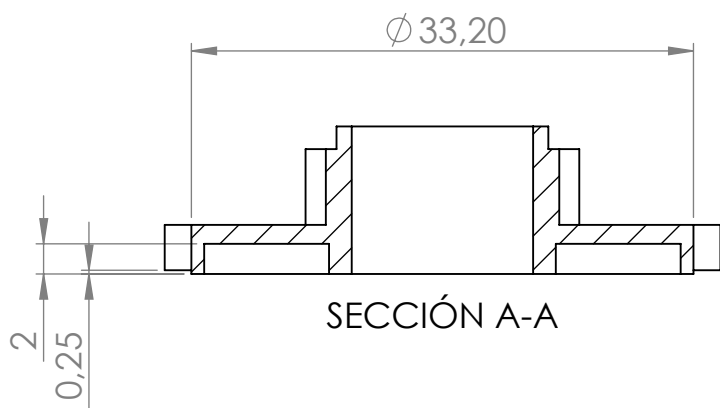
N.º DE DIBUJO

10

A4

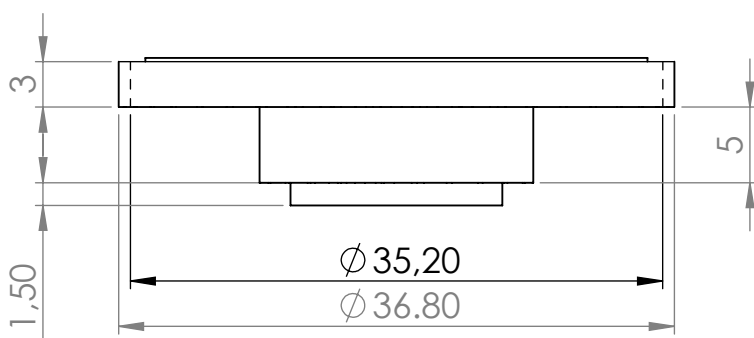
ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1



Rueda dentada (L)	
Módulo	0.8
Número de dientes	44

Rueda de trinquete (M)	
Numero de dientes	24



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ. Felipe Roldán			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			
		MATERIAL:	Plástico
		PESO:	

TÍTULO:  
Conjunto rueda dentada  
(L) y rueda de trinquete (M)

N.º DE DIBUJO

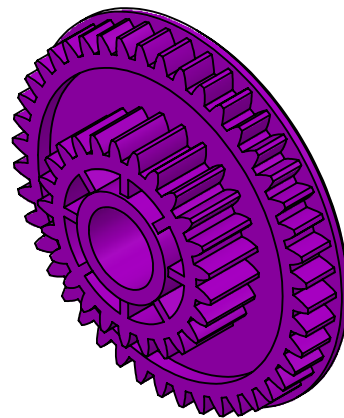
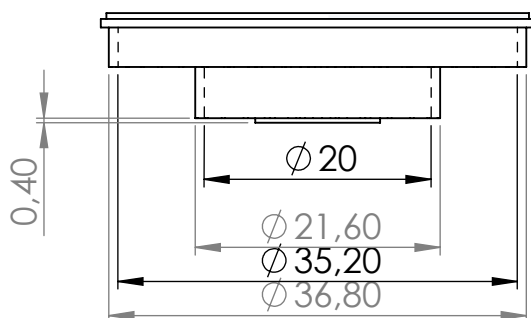
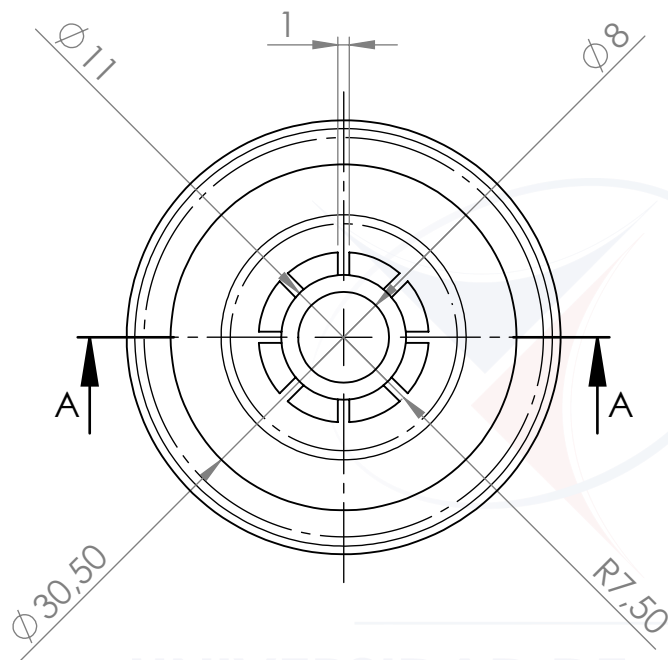
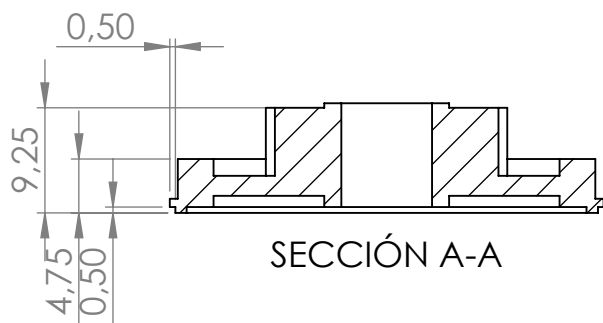
11

A4

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1





Rueda dentada (J) posterior	
Módulo	0.8
Número de dientes	25

Rueda dentada (K) frontal	
Módulo	0.8
Número de dientes	44

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ. Felipe Roldán				
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				
			MATERIAL:	
			Plástico	
			PESO:	

TÍTULO:

Conjunto ruedas  
dentadas (J) y (K)

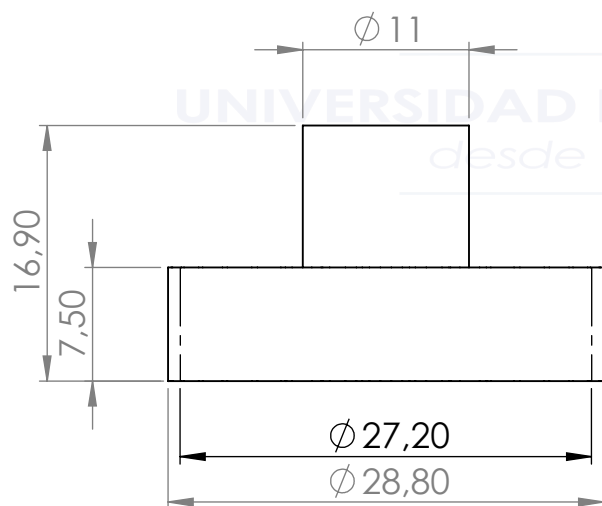
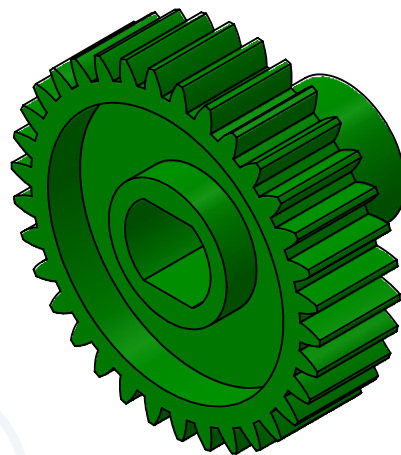
N.º DE DIBUJO

13

A4

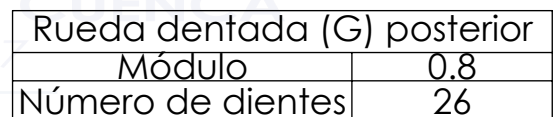
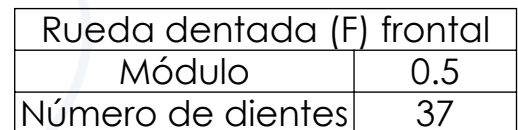
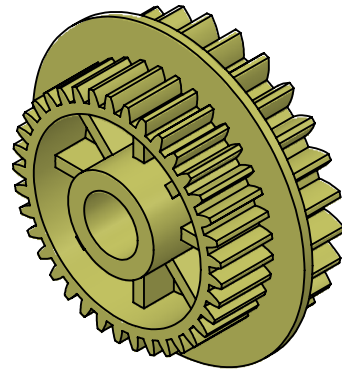
ESCALA:1.5:1

HOJA 1 DE 1



Rueda dentada (H)	
Módulo	0.8
Número de dientes	34

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:  <h1 style="text-align: center;">Rueda dentada (H)</h1>			
DIBUJ.		Felipe Roldán							
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
				MATERIAL:  Plástico		N.º DE DIBUJO			A4
						14			
				PESO:		ESCALA:2:1			HOJA 1 DE 1



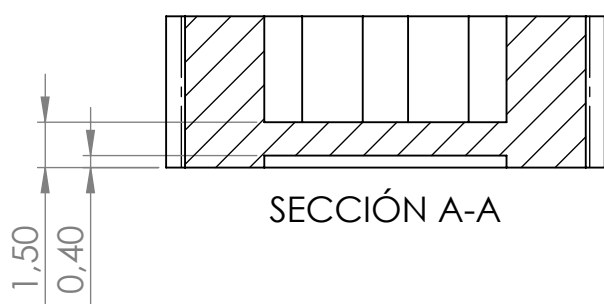
REVISIÓN

N.º DE DIBUJO	15	A4
ESCALA:2:1	HOJA 1 DE 1	

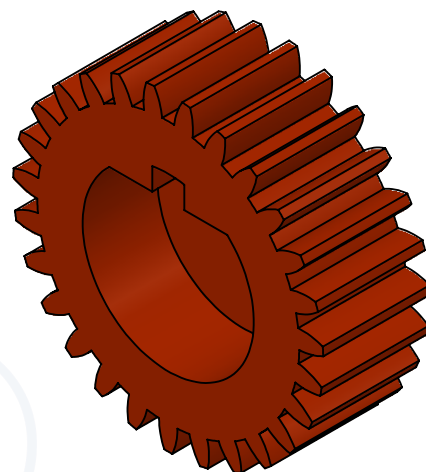
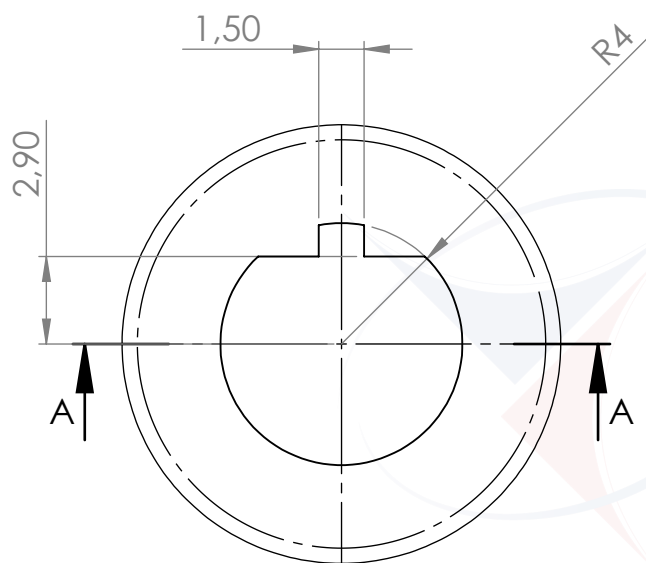




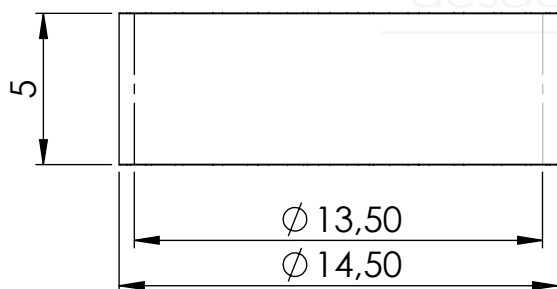




SECCIÓN A-A



Rueda dentada (E)	
Módulo	0.5
Número de dientes	27



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rueda dentada  
(E)

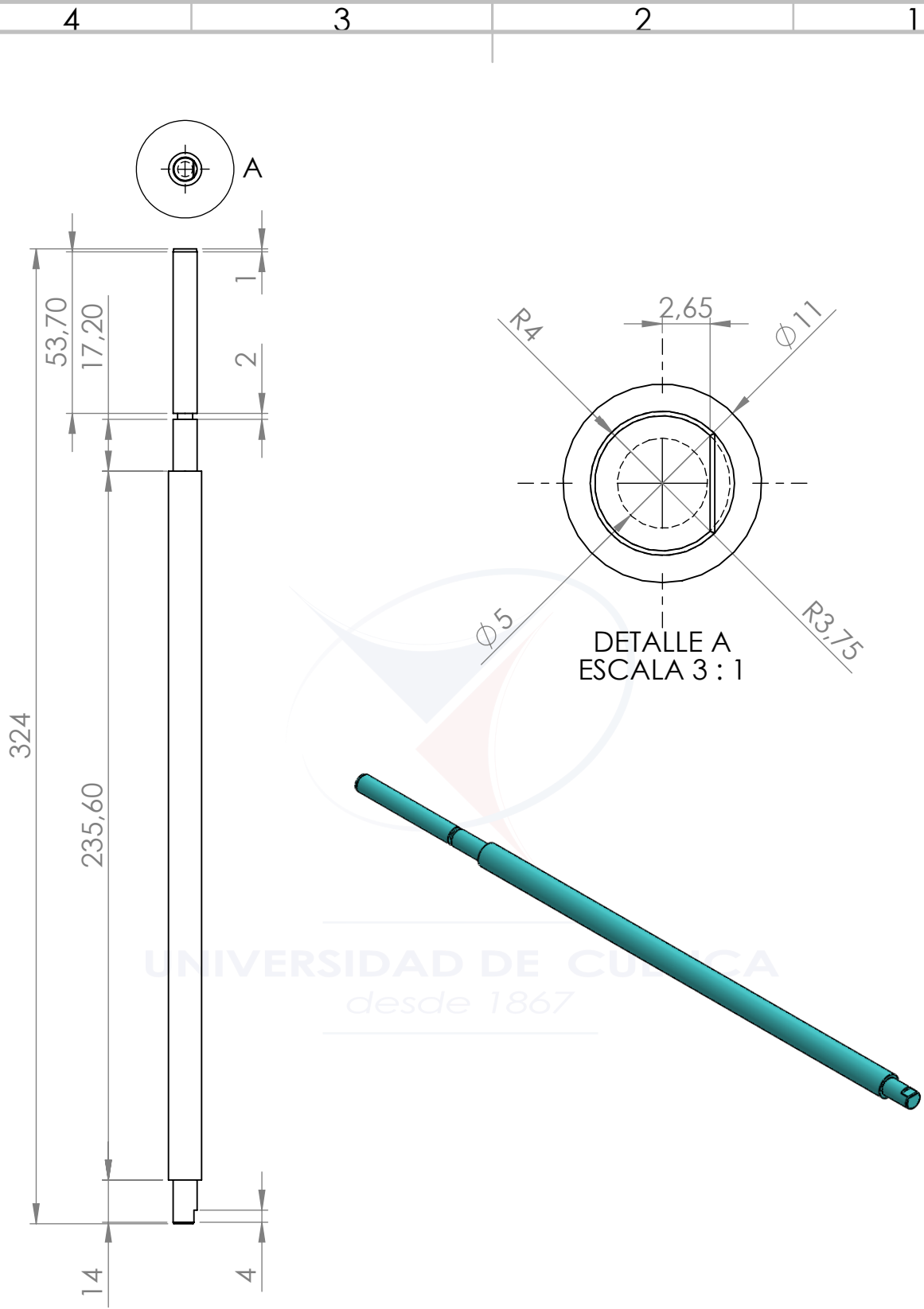
N.º DE DIBUJO

18

A4

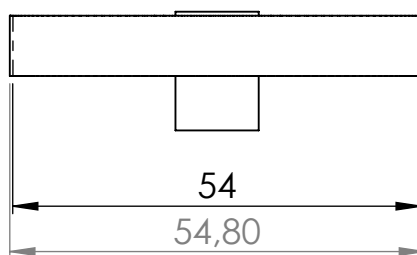
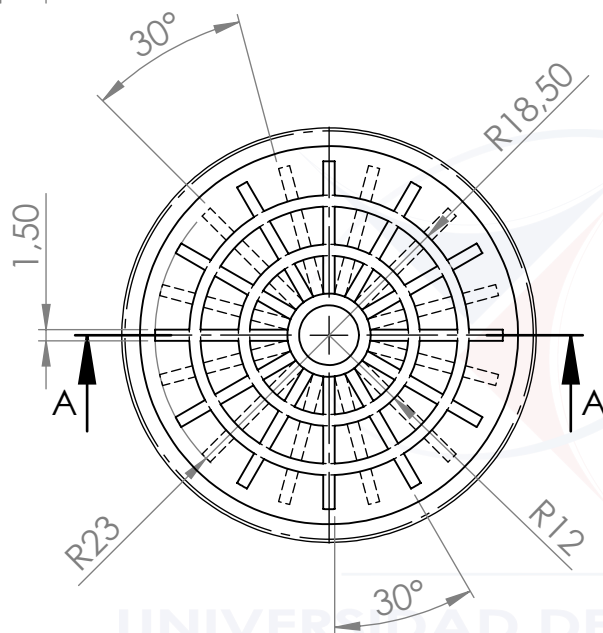
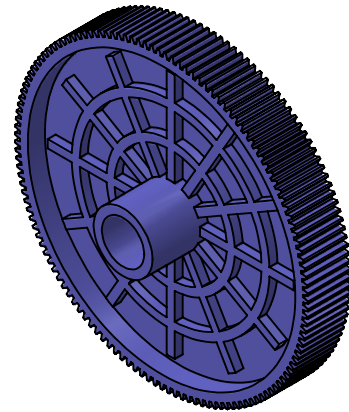
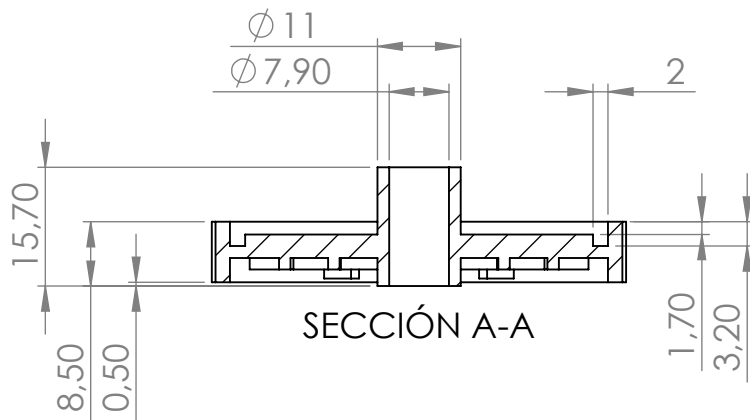
ESCALA:4:1

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:		Rodillo (D)	
DIBUJ.		FELIPE ROLDÁN							
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
						Aluminio		19	
						PESO:		ESCALA:1:2	
								HOJA 1 DE 1	

UNIVERSIDAD DE CÚCUTA  
desde 1867



Rueda dentada (C)	
Módulo	0.4
Número de dientes	135

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rueda dentada  
(C)

N.º DE DIBUJO

20

A4

ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

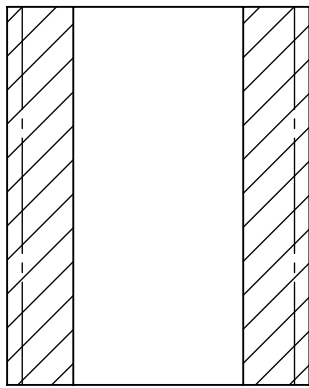
D

C

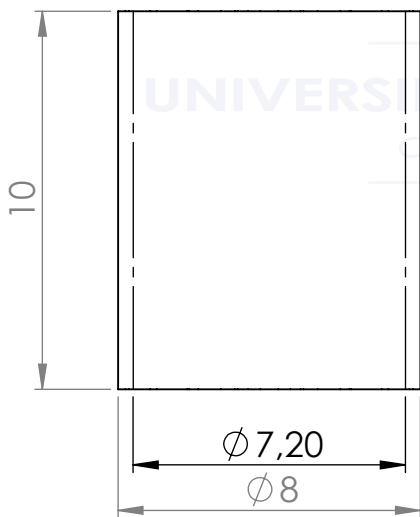
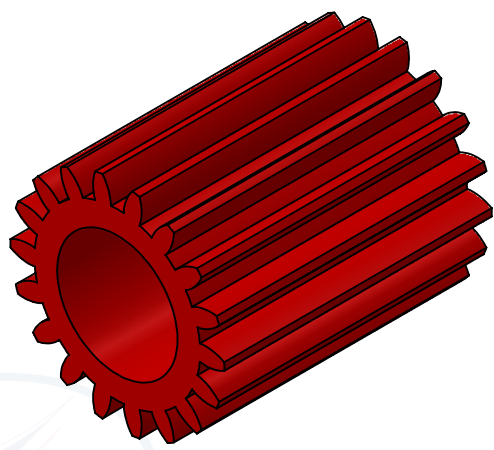
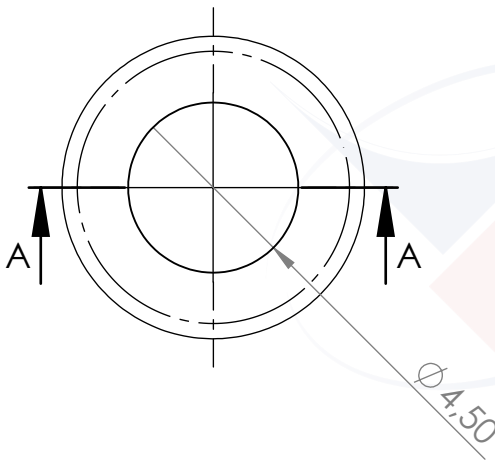
C

B

B



SECCIÓN A-A



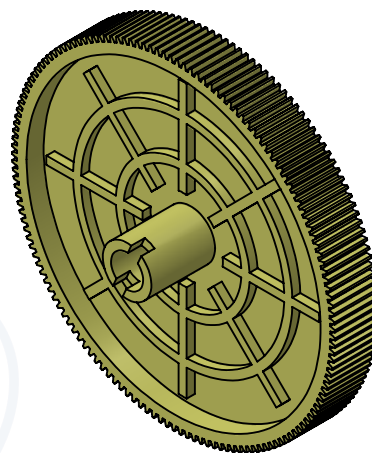
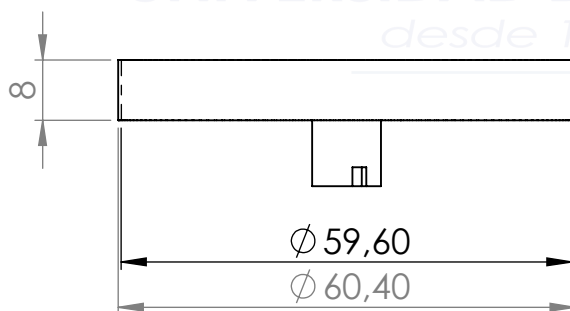
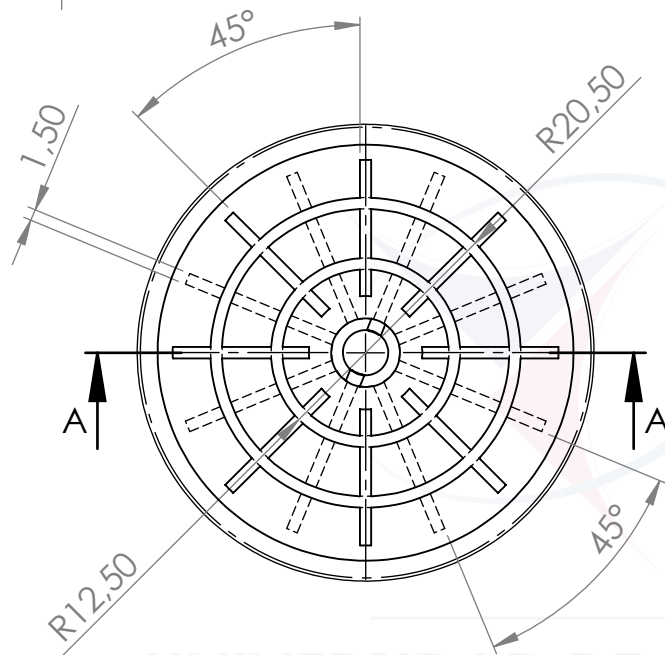
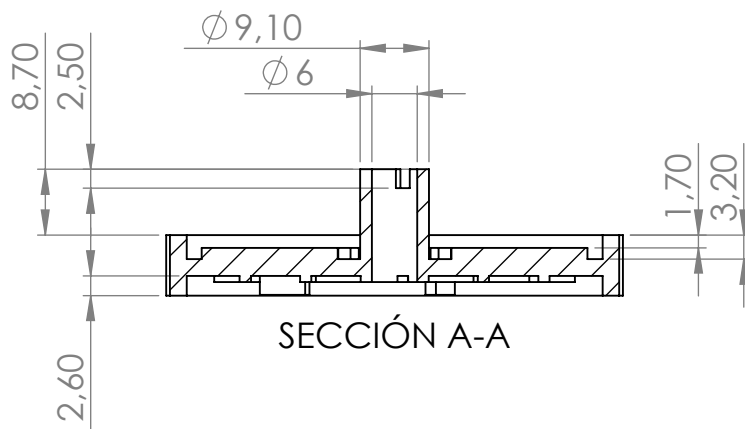
Rueda dentada (A)	
Módulo	0.4
Número de dientes	18

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						TÍTULO: <b>Rueda dentada (A)</b>			
						N.º DE DIBUJO <b>21</b>			
						A4			
						ESCALA: 5:1			
						HOJA 1 DE 1			

4 3 2 1

A

A



Rueda dentada (Y)	
Módulo	0.4
Número de dientes	149

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Felipe Roldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rueda dentada  
(Y)

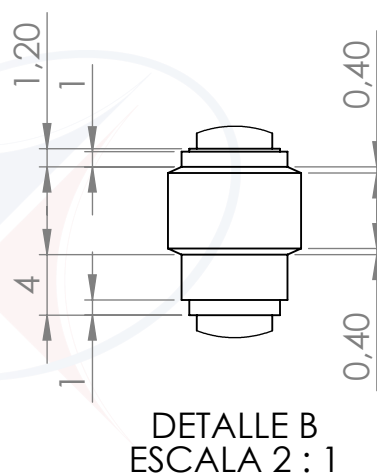
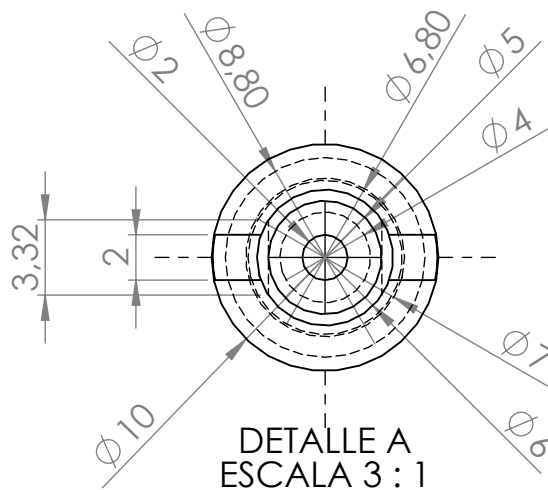
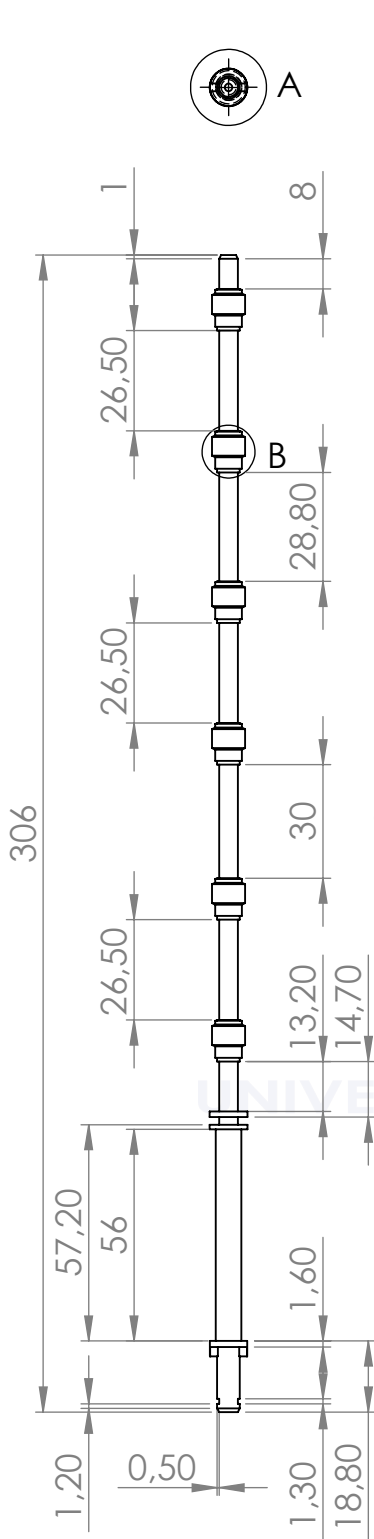
N.º DE DIBUJO

22

A4

ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Felipe Roldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rodillo (Z)

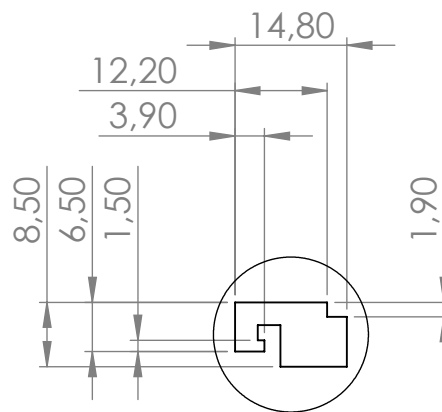
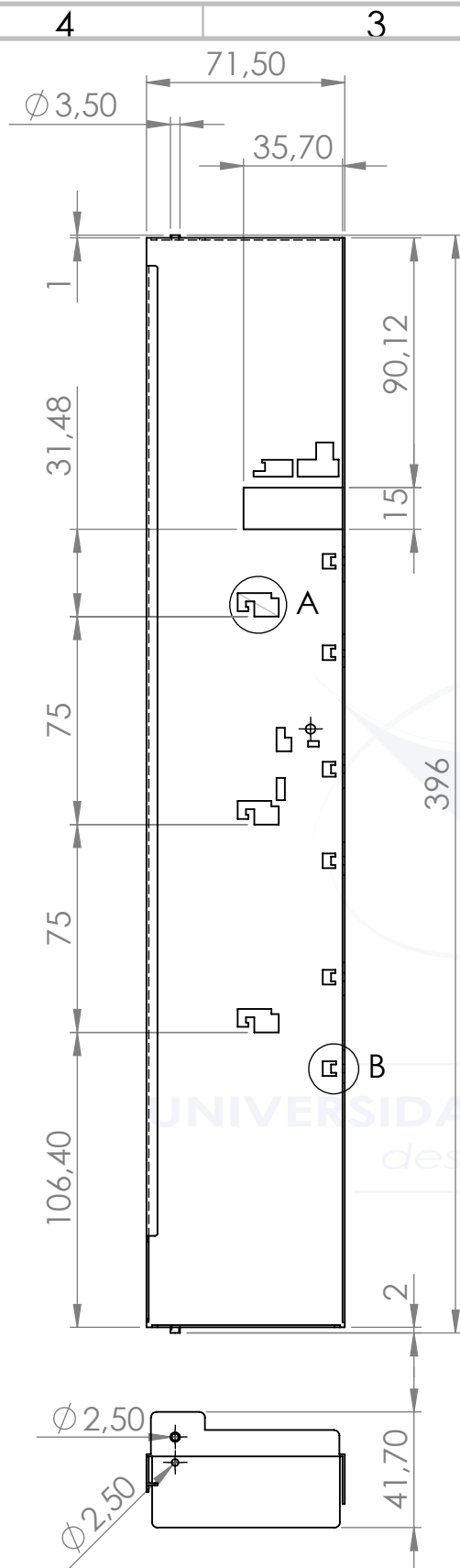
N.º DE DIBUJO

23

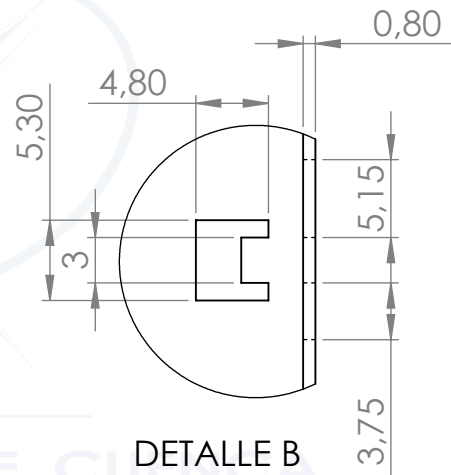
A4

ESCALA:1:2

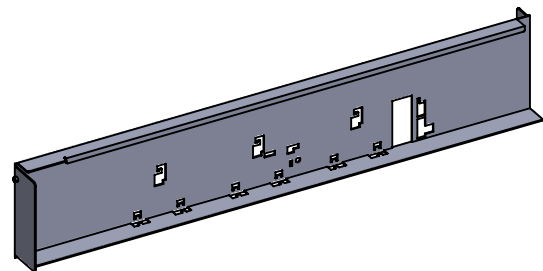
HOJA 1 DE 1



DETALLE A  
ESCALA 1 : 1



DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Felipe Roldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				
			MATERIAL:	
			Aluminio	
			PESO:	

TÍTULO:

Soporte (j)

N.º DE DIBUJO

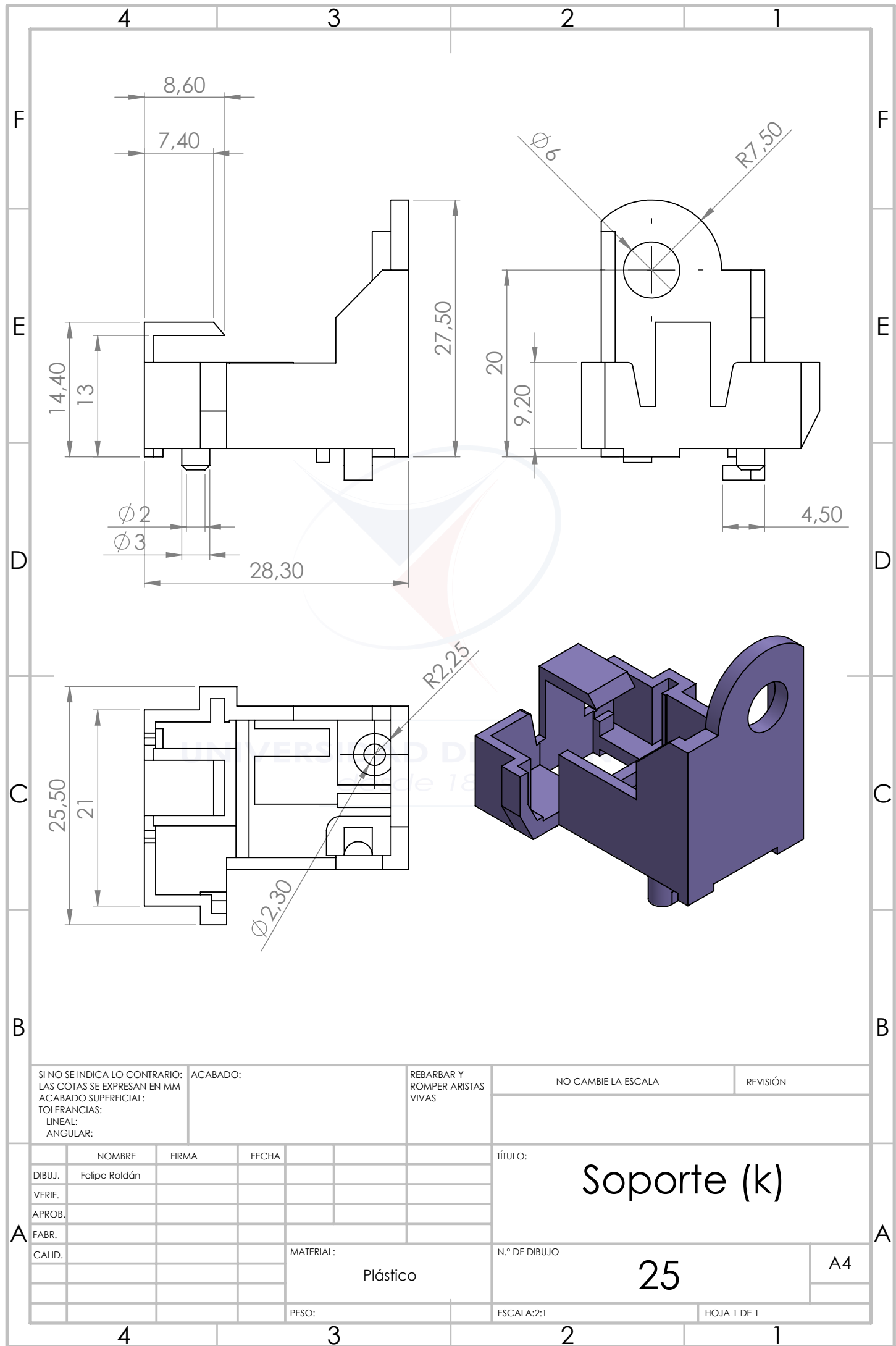
24

A4

ESCALA:1:2,5

HOJA 1 DE 1





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.	Felipe Roldán			
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Soporte (k)

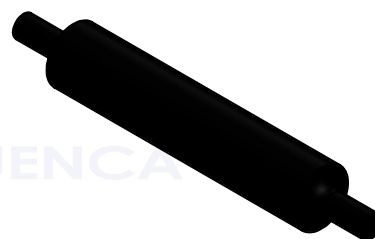
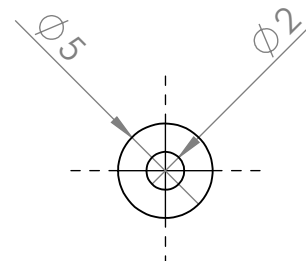
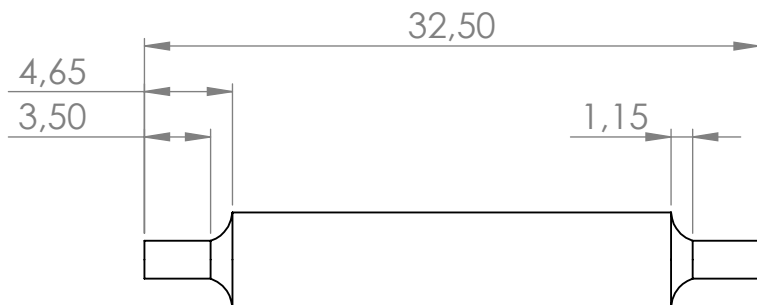
N.º DE DIBUJO

25

A4

ESCALA:2:1

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	FelipeRoldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Rodillo (V)

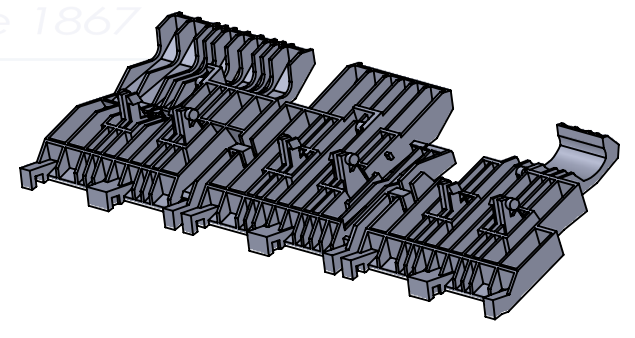
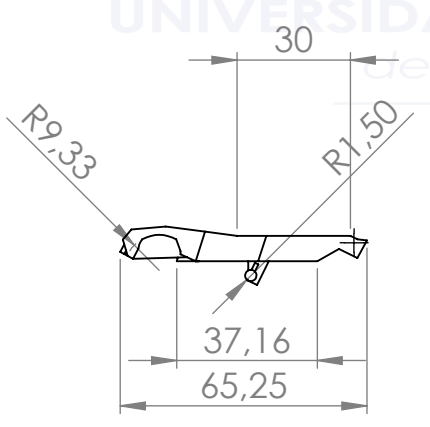
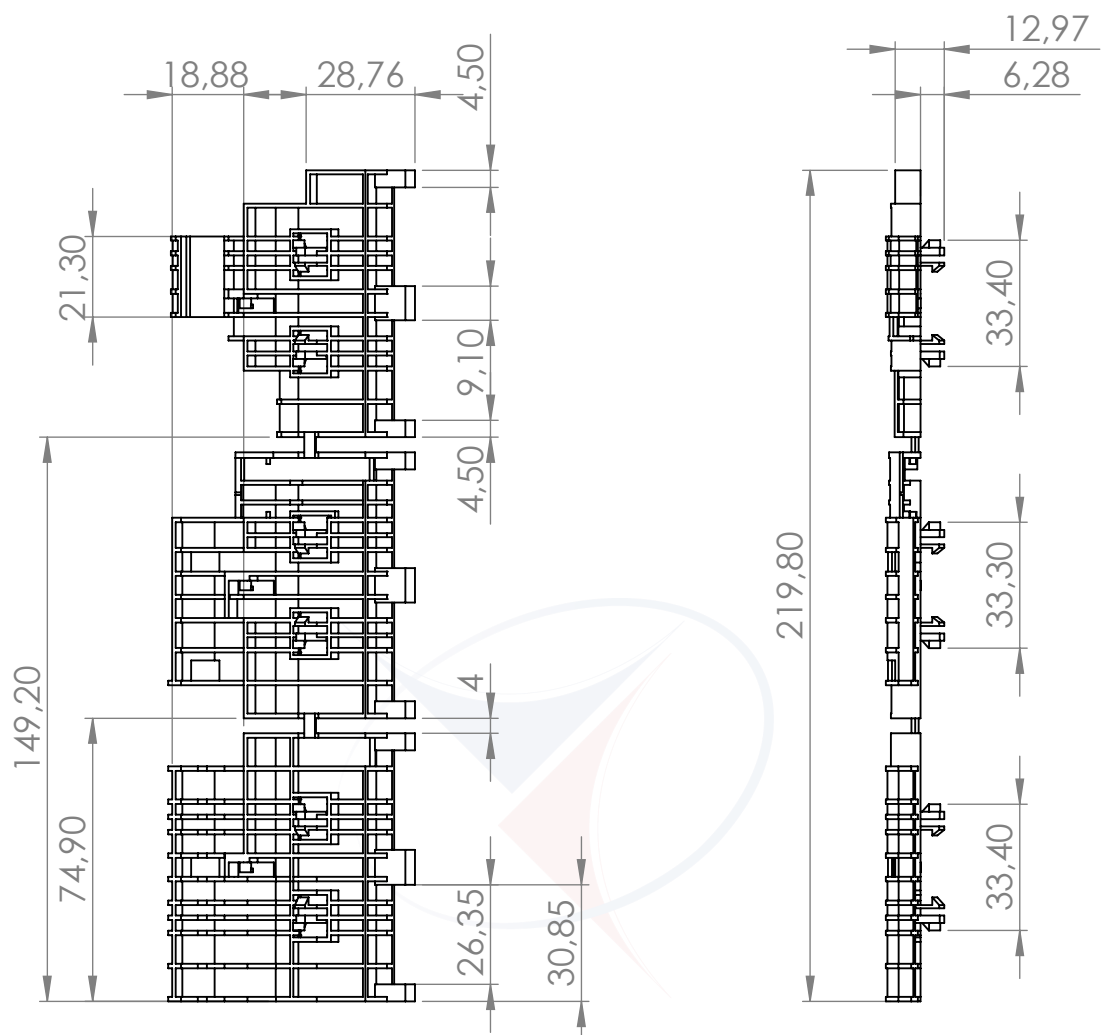
N.º DE DIBUJO

26

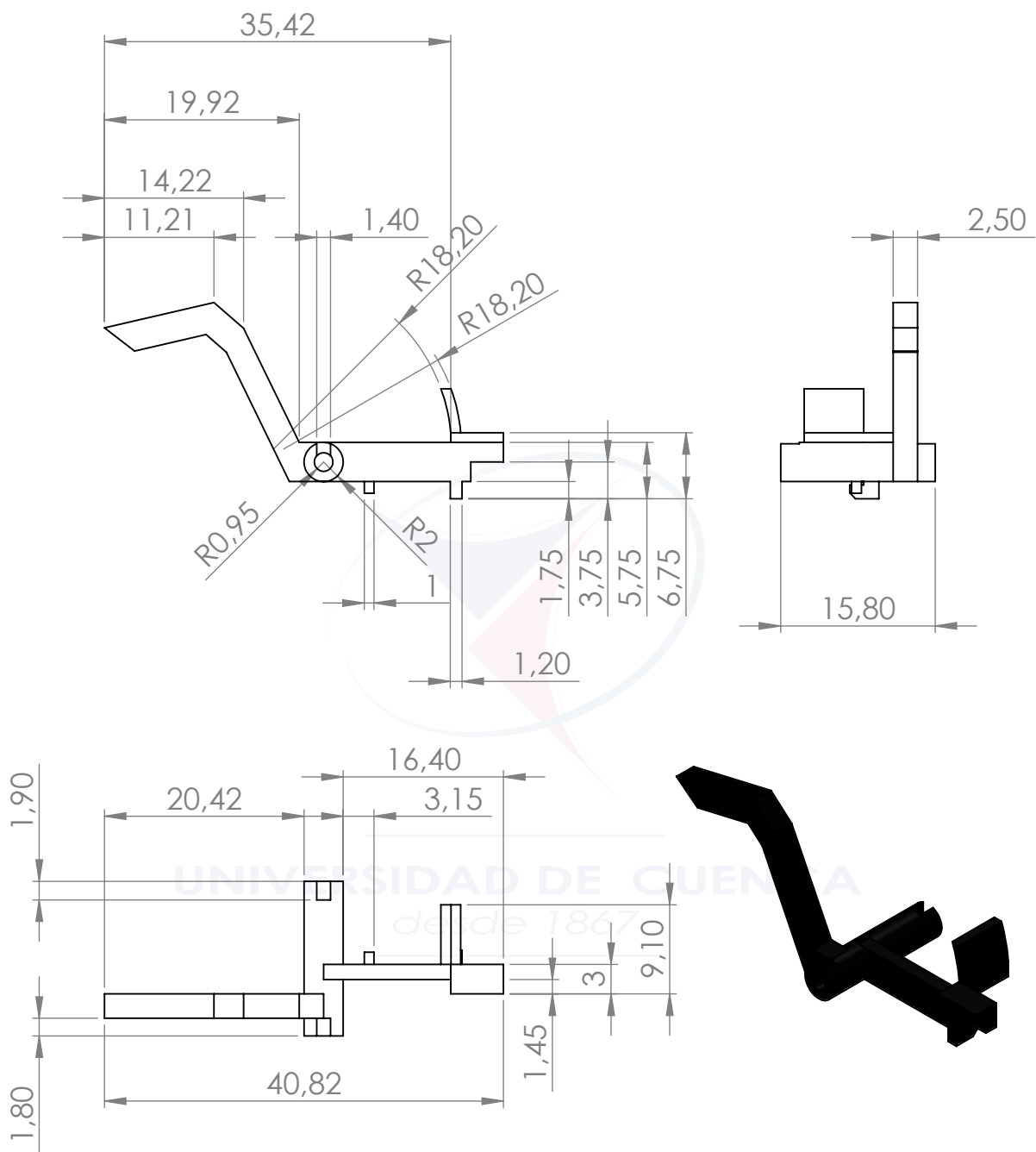
A4

ESCALA:2.5:1

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.				FIRMA		FECHA		TÍTULO: <h1>Soporte (U)</h1>			
VERIF.								N.º DE DIBUJO <h1>27</h1>			
APROB.								A4			
FABR.											
CALID.											
						MATERIAL: Plástico		ESCALA:1:2			
						PESO:		HOJA 1 DE 1			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	Felipe Roldán				
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					

MATERIAL:

Plástico

PESO:

TÍTULO:

Pestaña móvil (X)

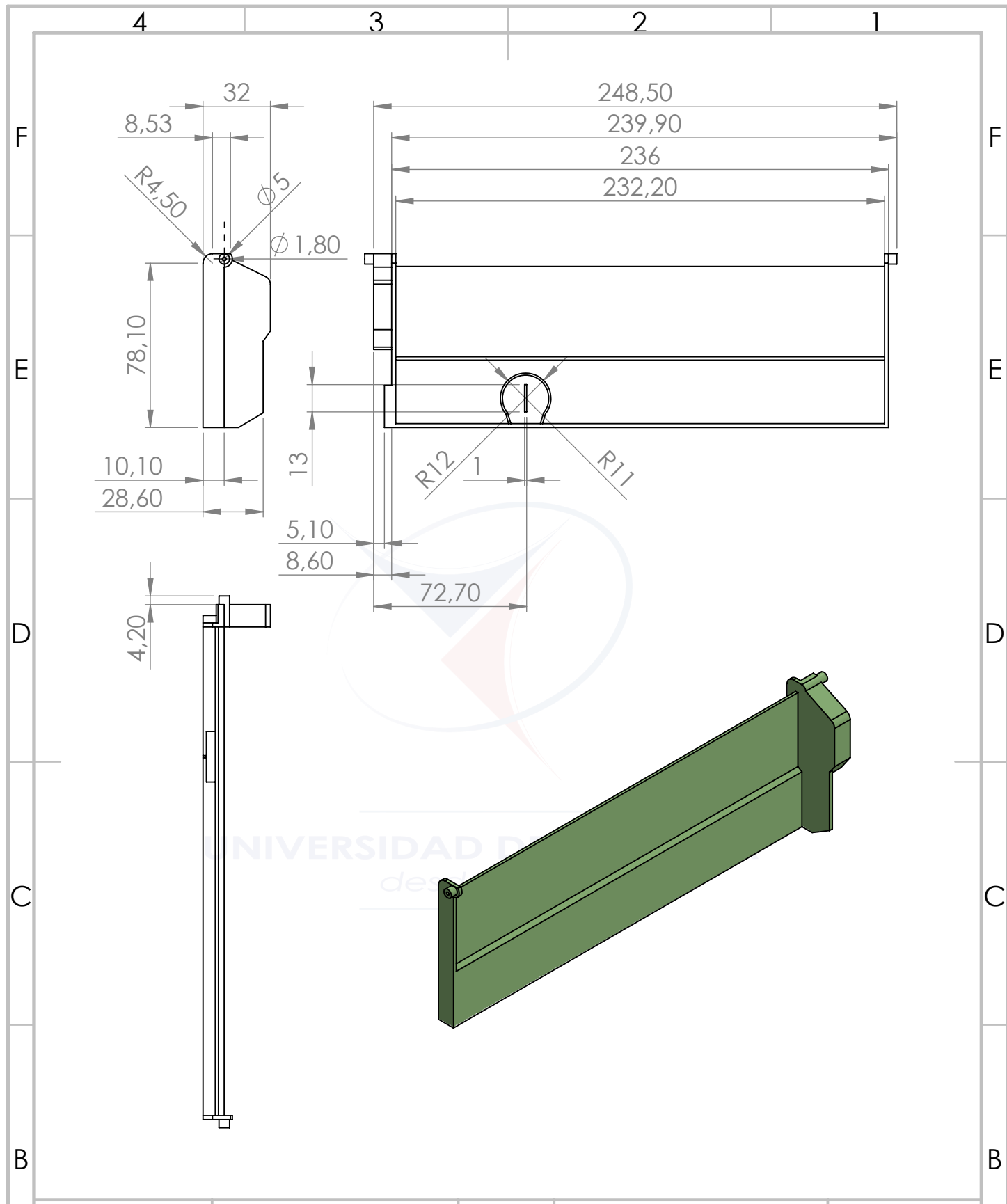
N.º DE DIBUJO

28

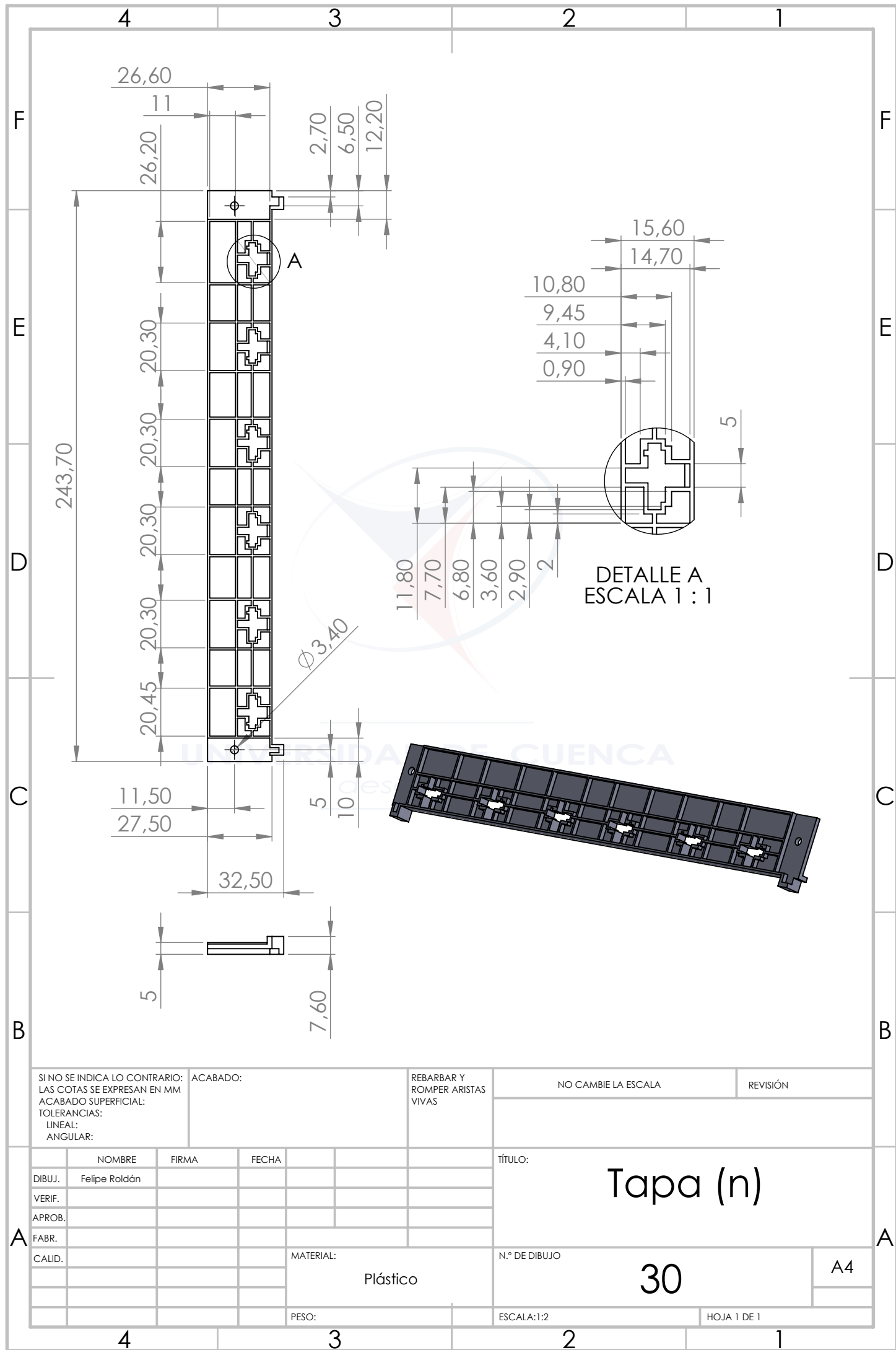
A4

ESCALA:1.5:1

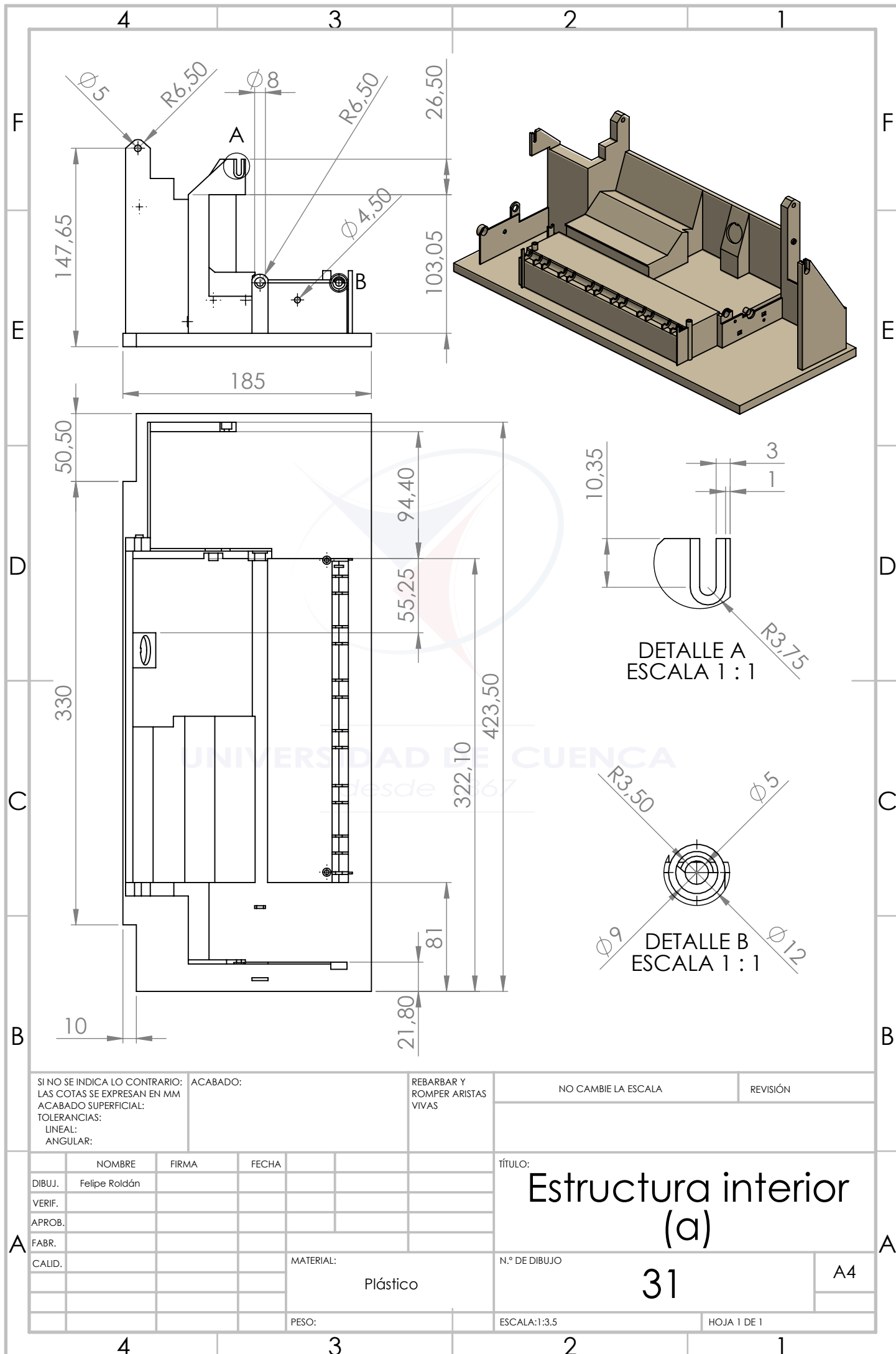
HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ.	Felipe Roldán					Bandeja de hoja (i)			
VERIF.									
APROB.						N.º DE DIBUJO			
FABR.						29			
CALID.						A4			
				MATERIAL:		Pástico		ESCALA:1:2,5	
				PESO:				HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
NOMBRE			FIRMA			FECHA						TÍTULO:  Tapa (n)		
DIBUJ.			Felipe Roldán											
VERIF.														
APROB.														
FABR.														
CALID.														





---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

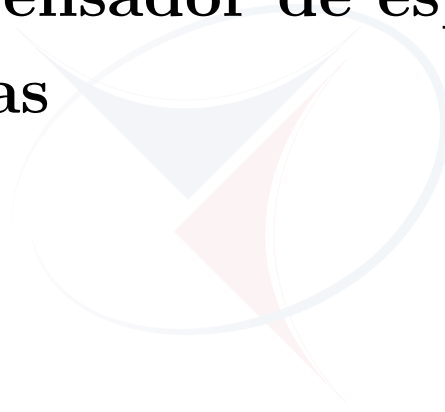
---





## Apéndice B

# Ensamblaje del sistema mecánico del dispensador de especies valoradas



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

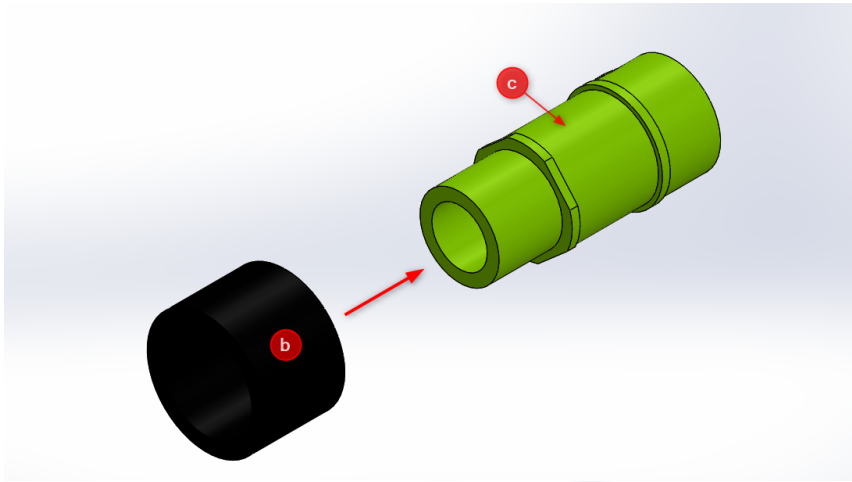


Figura B.1: Acoplamiento de caucho inferior de hoja deslizante (b) y rodillo inferior (c)  
Fuente: Autor

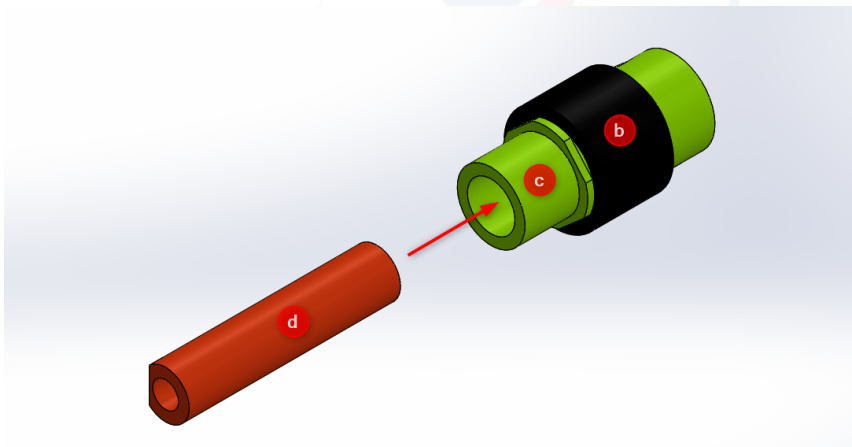


Figura B.2: Acoplamiento del eje (d) dentro del rodillo inferior (c)  
Fuente: Autor

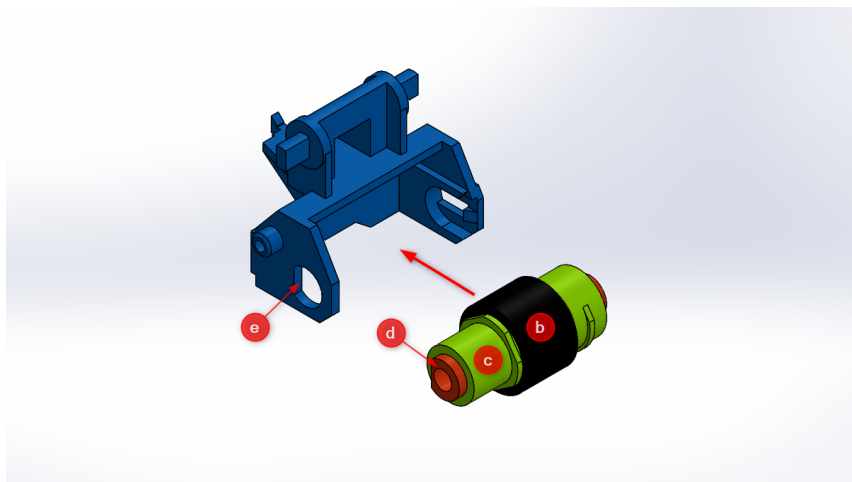


Figura B.3: Montaje del conjunto (d),(c) y (b) en el soporte (e)  
Fuente: Autor

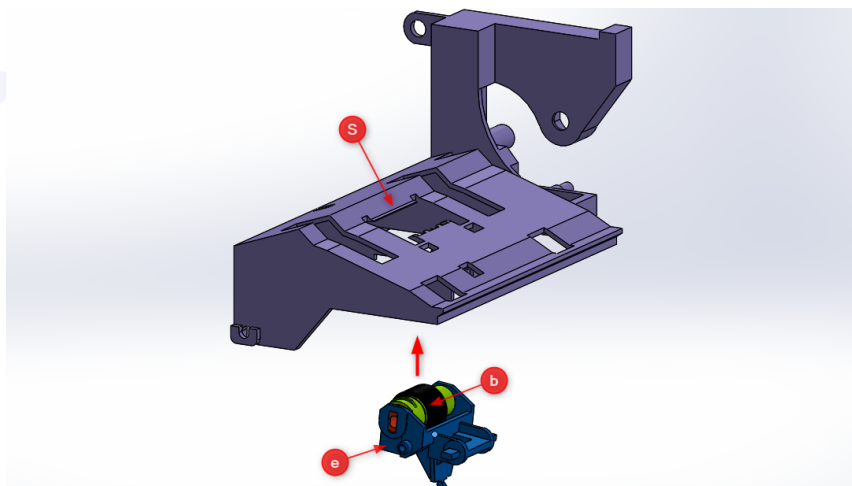


Figura B.4: Acoplamiento del soporte (e) dentro del soporte de superficie deslizante (S)  
Fuente: Autor

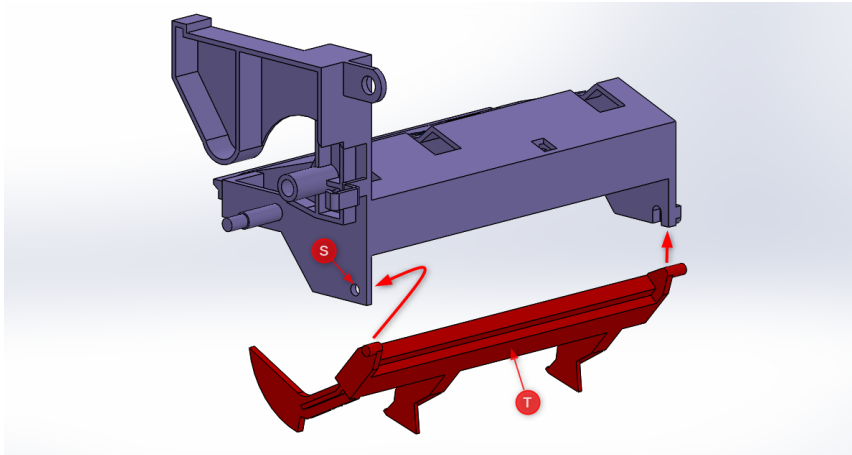


Figura B.5: Montaje de leva separadora de hojas (T) dentro del soporte de superficie deslizante (S)

Fuente: Autor

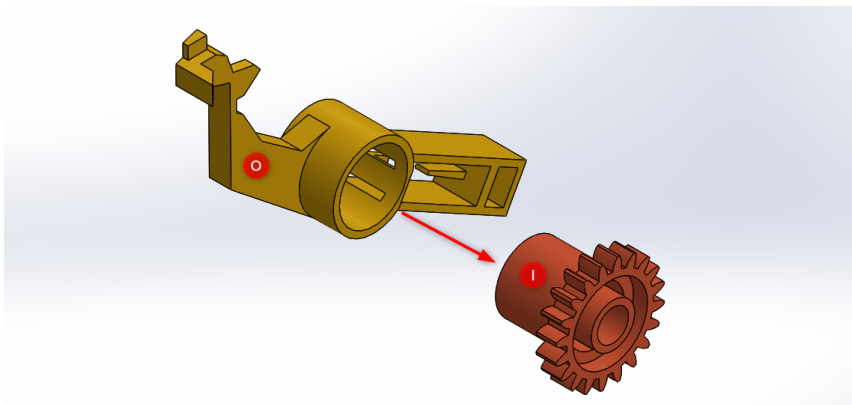


Figura B.6: Acoplamiento de rueda dentada (I) y elemento de bloqueo (O)

Fuente: Autor

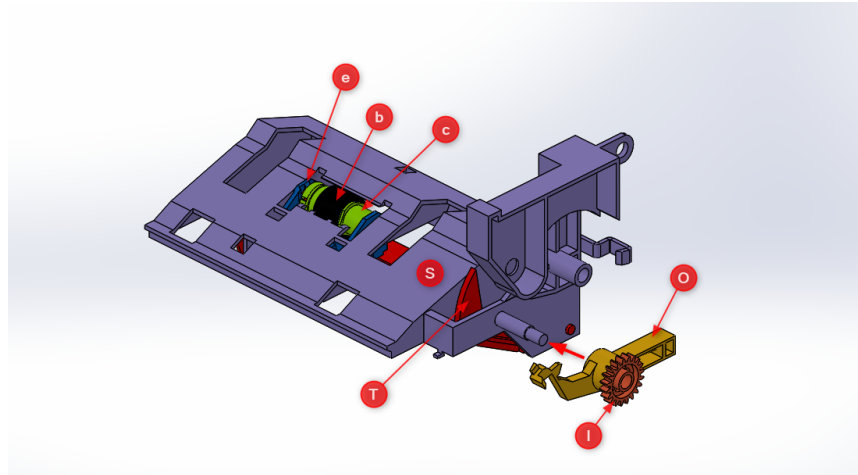


Figura B.7: Montaje de rueda dentada (I) sobre soporte de superficie deslizante (S)  
Fuente: Autor

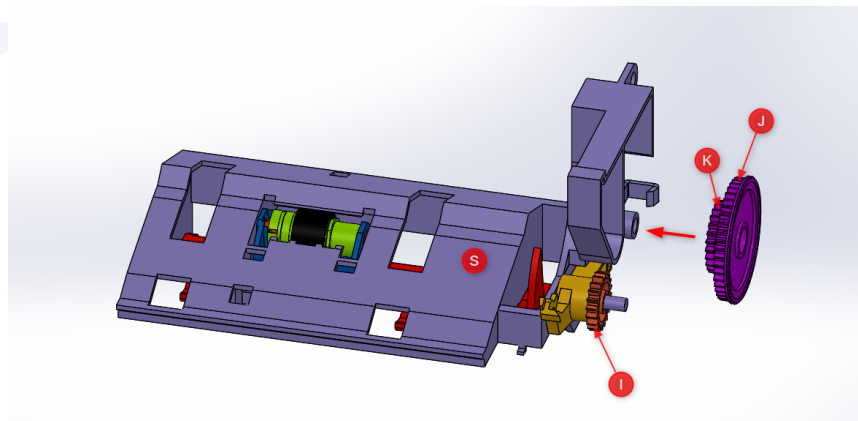


Figura B.8: Montaje de rueda dentada (K) sobre soporte de superficie deslizante (S)  
Fuente: Autor

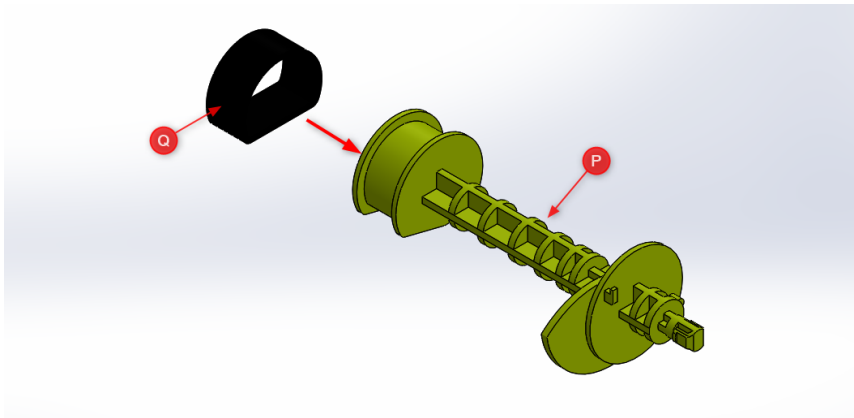


Figura B.9: Montaje del caucho (Q) sobre rodillo alimentador de hoja (P)  
Fuente: Autor

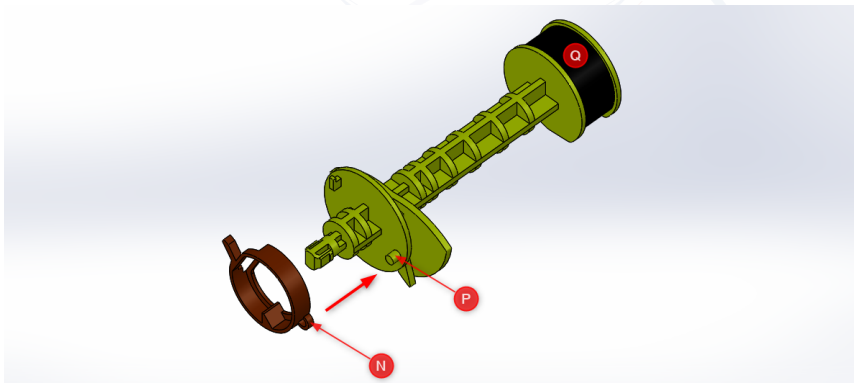


Figura B.10: Acoplamiento del rodillo alimentador de hoja (P) y elemento de bloqueo (N)  
Fuente: Autor

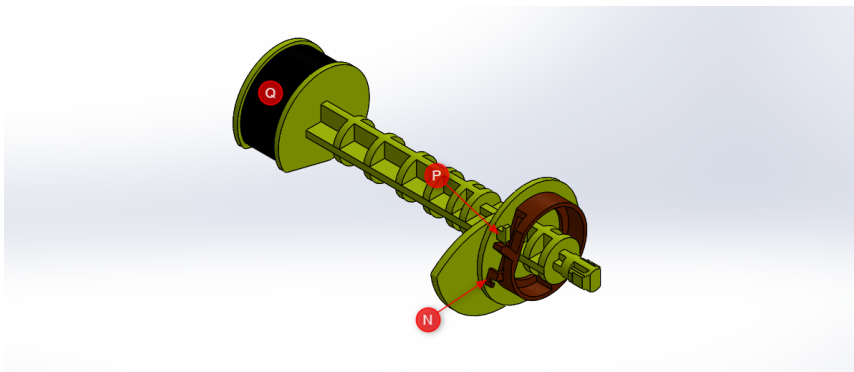


Figura B.11: Montaje del resorte entre rodillo alimentador de hoja (P) y elemento de bloqueo (N)  
Fuente: Autor

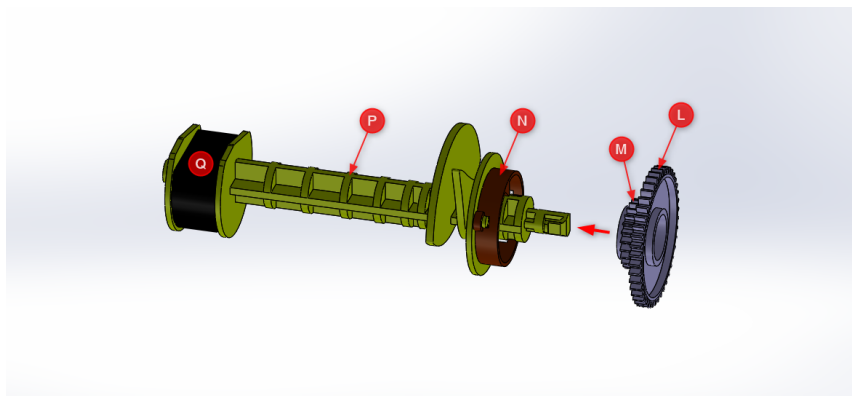


Figura B.12: Montaje del conjunto rueda dentada (L) y rueda de trinquete (M) sobre rodillo alimentador de hoja (P)

Fuente: Autor

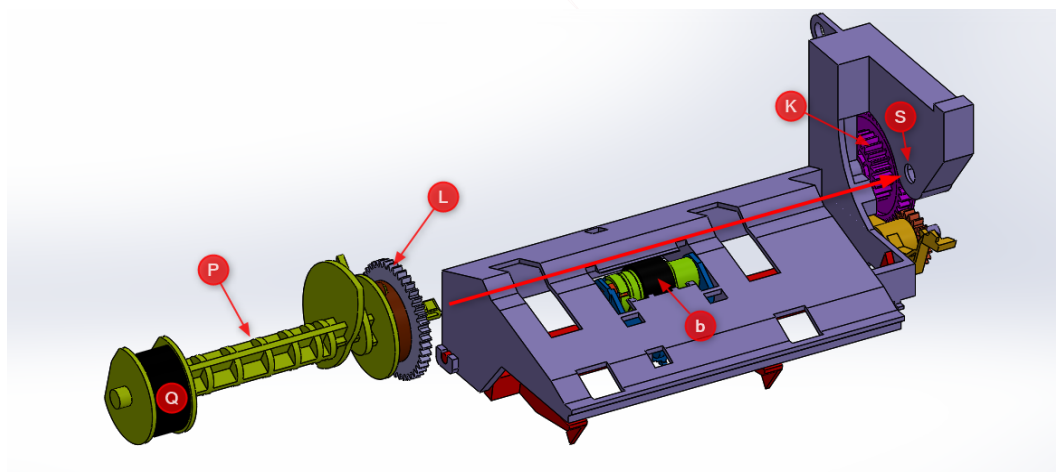


Figura B.13: Montaje del rodillo alimentador de hoja (P) sobre soporte de superficie deslizante (S)

Fuente: Autor

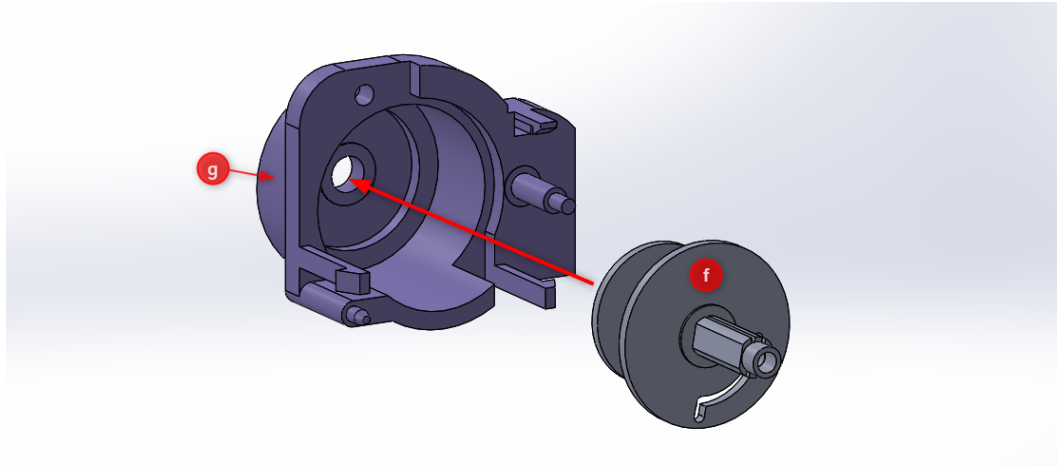


Figura B.14: Acoplamiento de los soportes de las ruedas dentadas (F), (G) y (H)  
Fuente: Autor

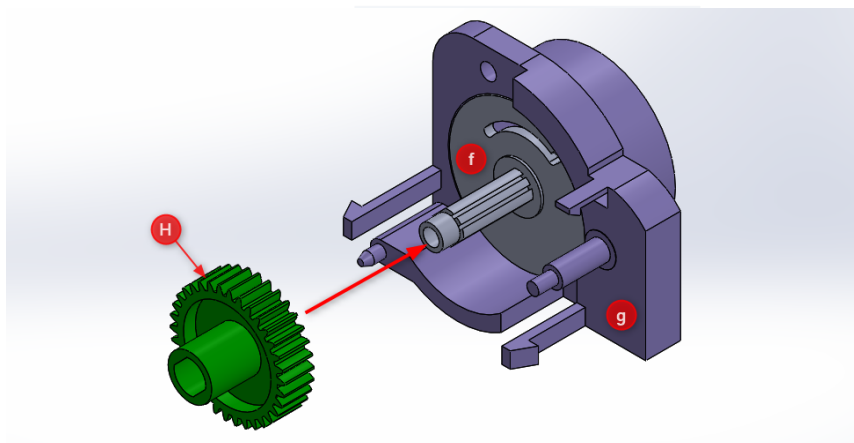


Figura B.15: Montaje del soporte (f) y rueda dentada (H)  
Fuente: Autor



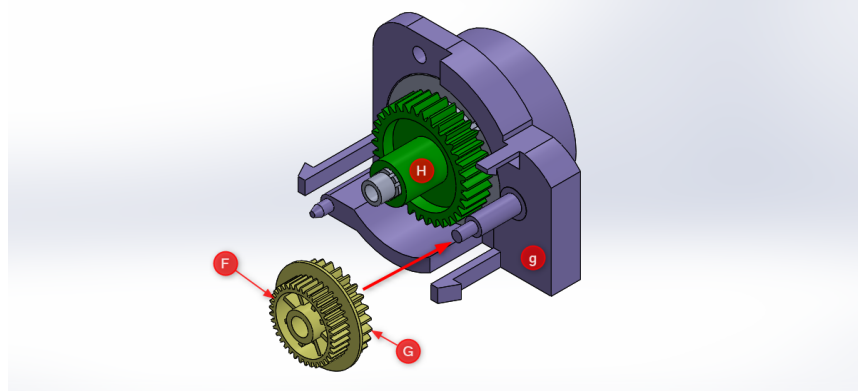


Figura B.16: Montaje del soporte (g) y ruedas dentadas (F) y (G)  
Fuente: Autor

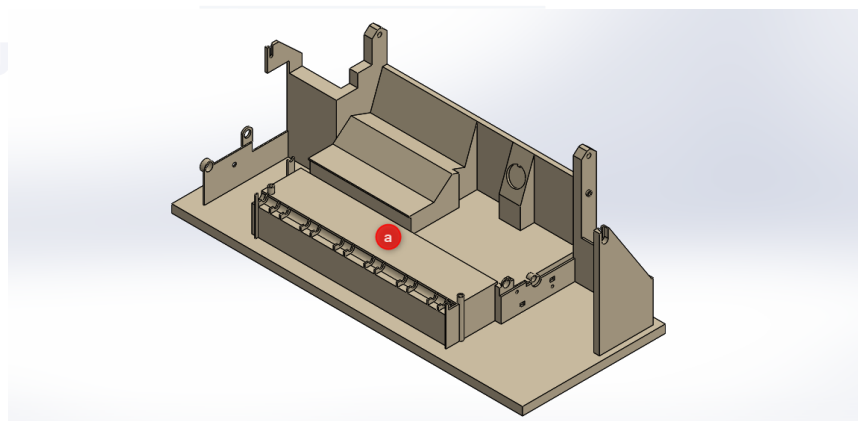


Figura B.17: Estructura interior (a) del dispensador de especies valoradas  
Fuente: Autor

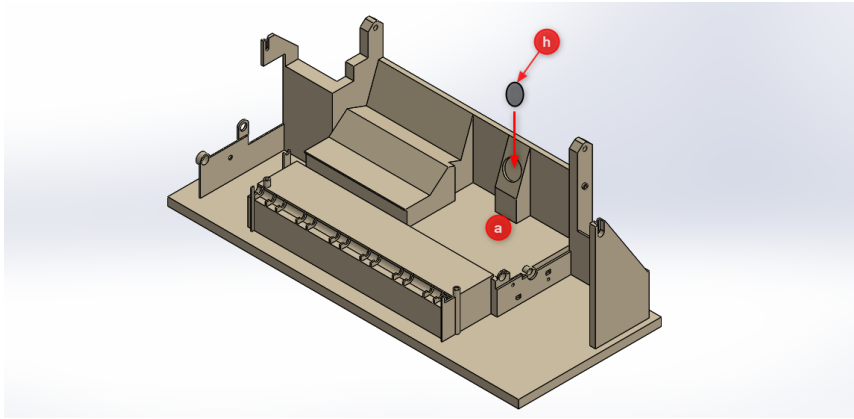


Figura B.18: Montaje de la estructura interior (a) del dispensador de especies valoradas y el resorte (h)

Fuente: Autor

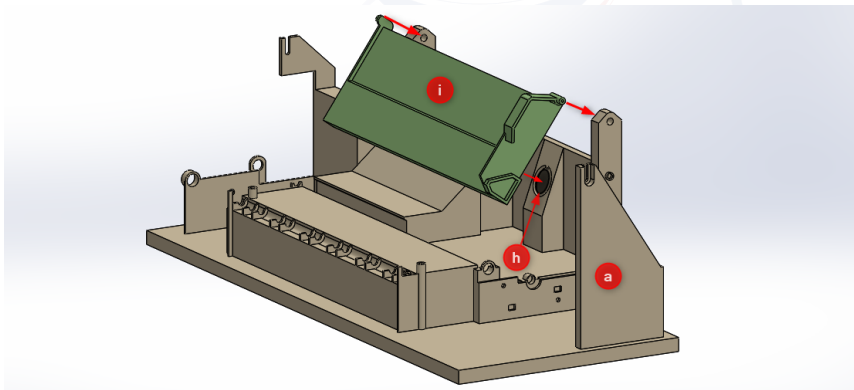


Figura B.19: Acoplamiento de bandeja de hoja (i) y estructura interior (a)

Fuente: Autor

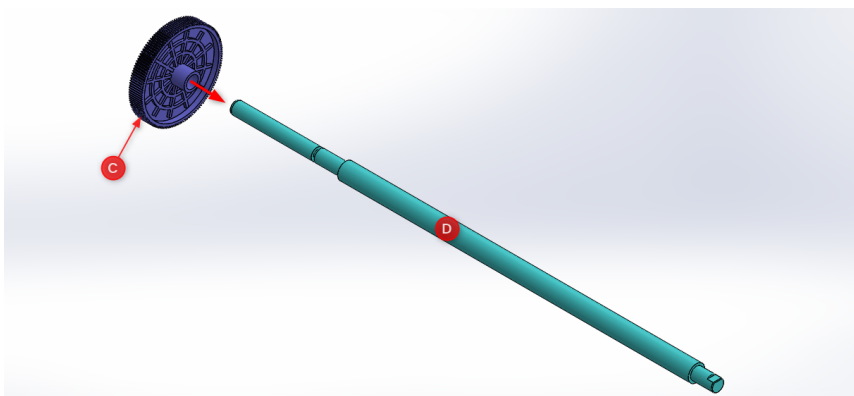


Figura B.20: Montaje de la rueda dentada (C) y el rodillo (D)

Fuente: Autor

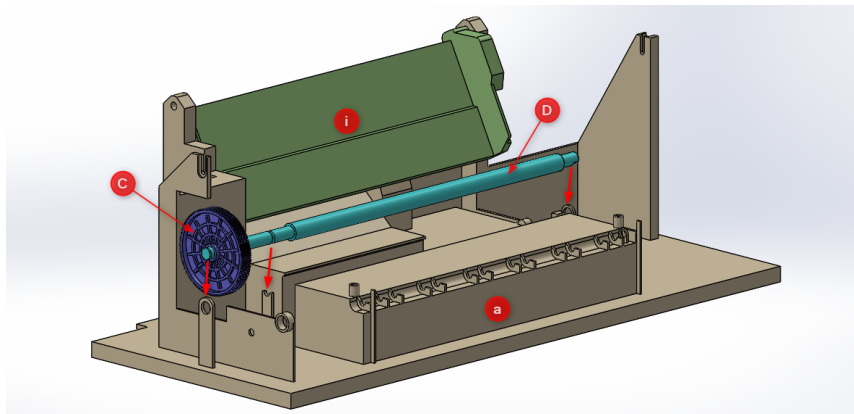


Figura B.21: Acoplamiento de rueda dentada (C) y rodillo (D) con la estructura interior (a)

Fuente: Autor

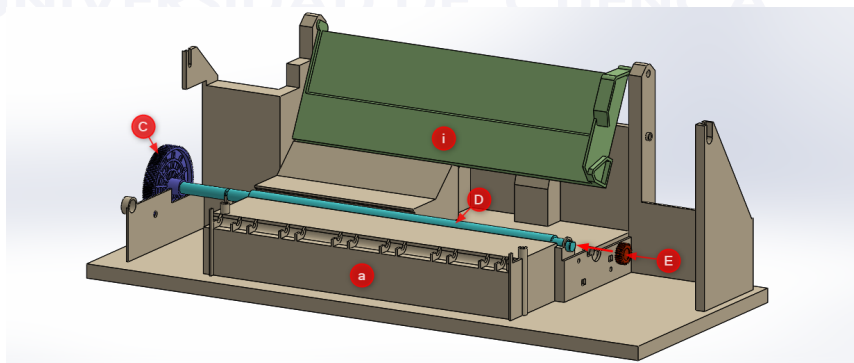


Figura B.22: Acoplamiento rodillo (D) y rueda dentada (E)

Fuente: Autor

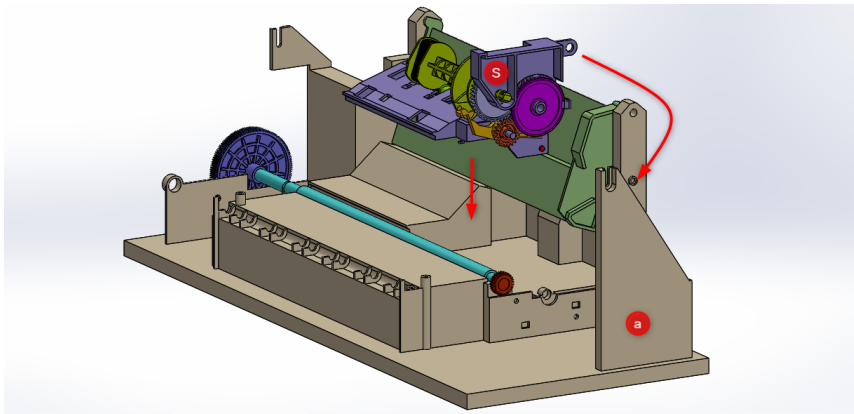


Figura B.23: Acoplamiento del soporte de superficie deslizante (S) y estructura interior (a)

Fuente: Autor

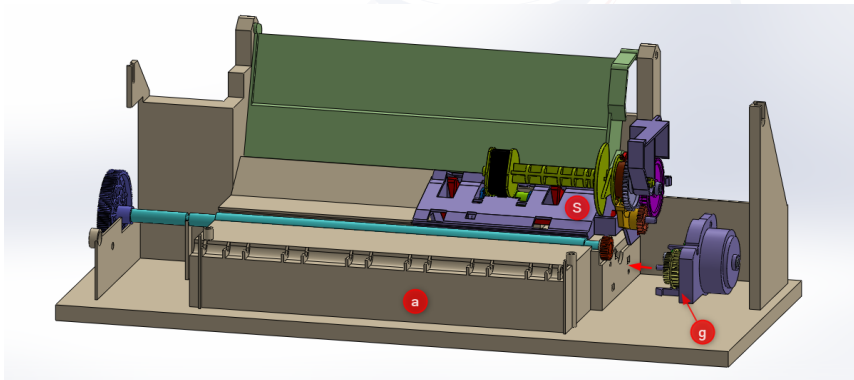


Figura B.24: Montaje del soporte (g) en la estructura interior (a)

Fuente: Autor

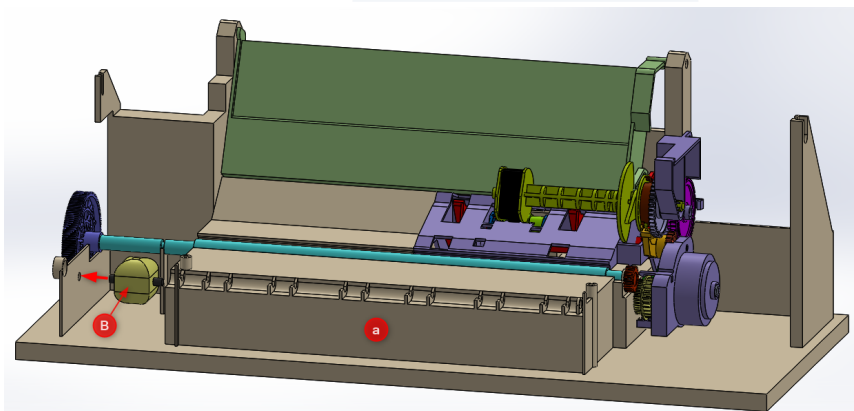


Figura B.25: Montaje del motor reductor (B) en la estructura interior (a)

Fuente: Autor

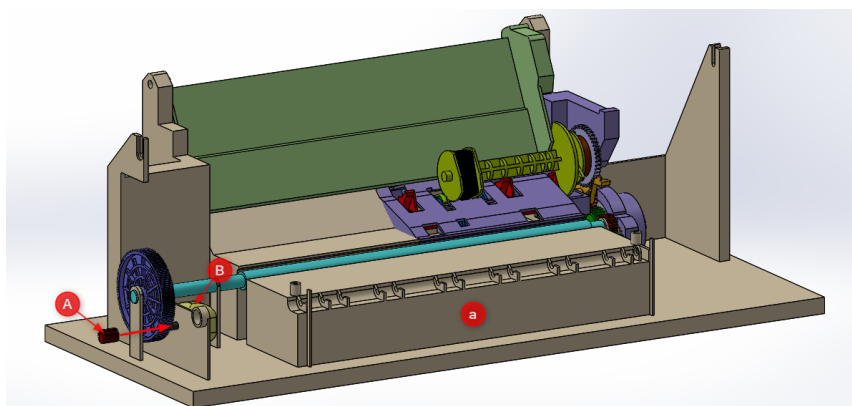


Figura B.26: Acoplamiento de la rueda dentada principal (A)  
Fuente: Autor

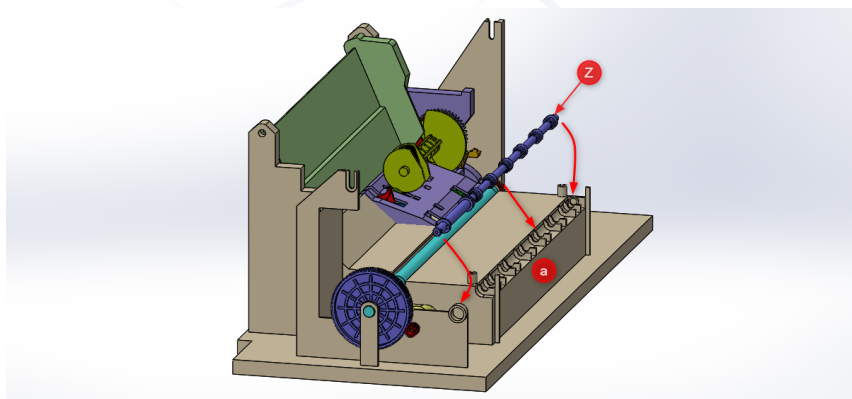


Figura B.27: Montaje del rodillo (Z) en la estructura interior (a)  
Fuente: Autor

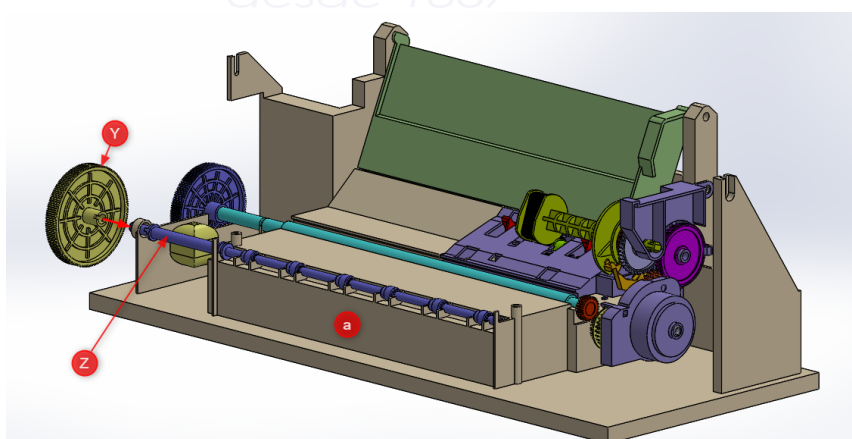


Figura B.28: Acoplamiento de la rueda dentada (Y) en el rodillo (Z)  
Fuente: Autor

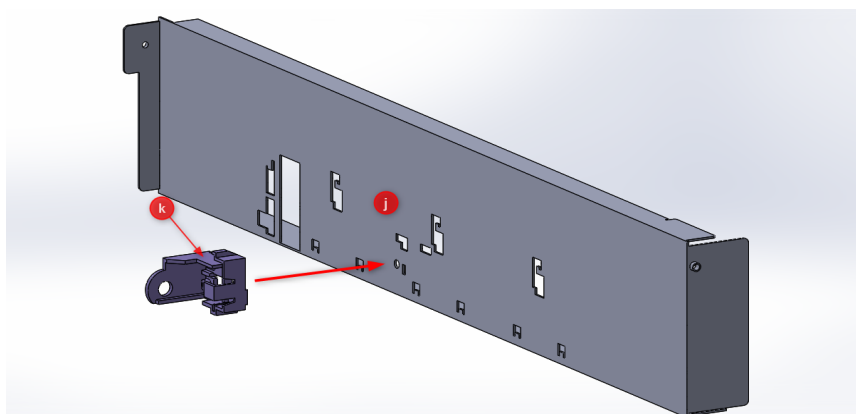


Figura B.29: Montaje del soporte de sensor de herradura (k) en el soporte (j)  
Fuente: Autor

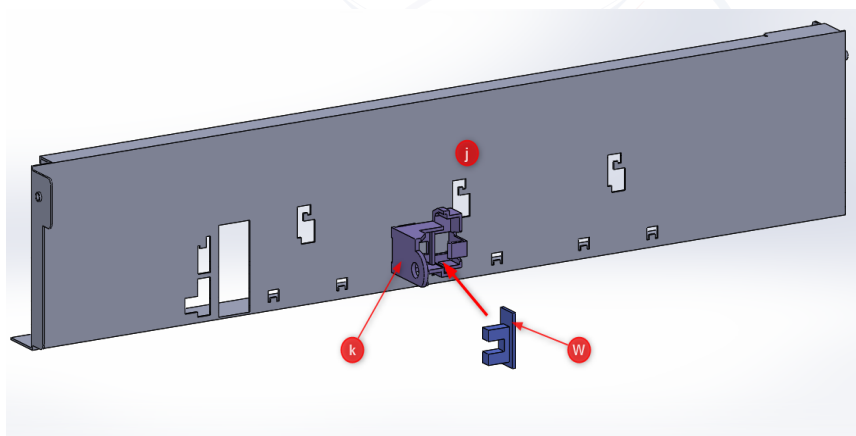


Figura B.30: Montaje del sensor herradura (W) en el soporte (k)  
Fuente: Autor

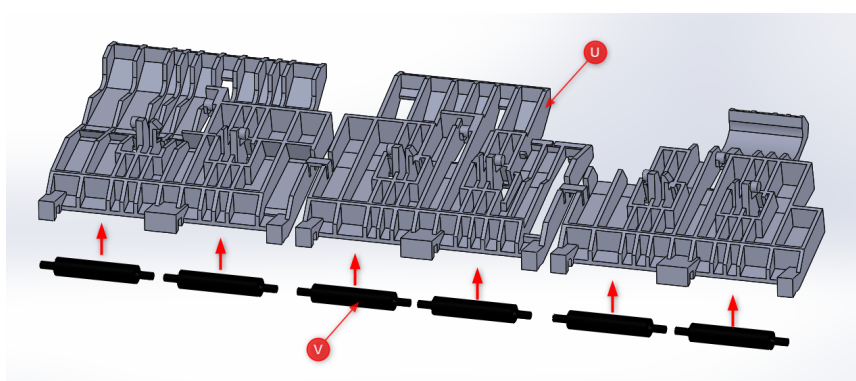


Figura B.31: Montaje de los rodillos (V) en el soporte (U)  
Fuente: Autor

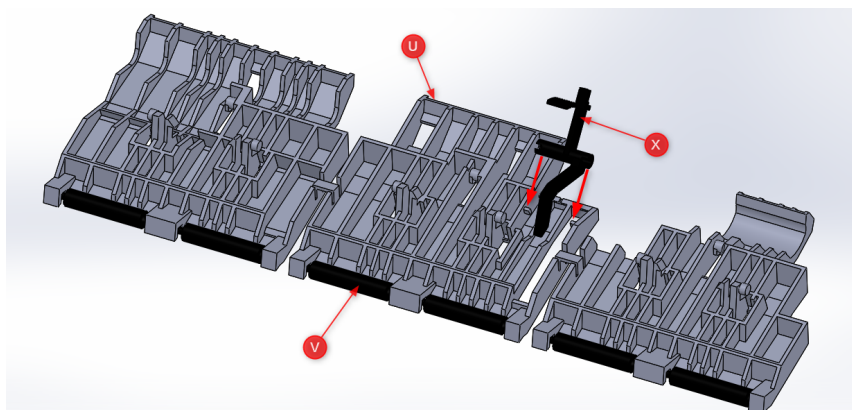


Figura B.32: Montaje de la pestaña móvil (X) en el soporte (U)  
Fuente: Autor

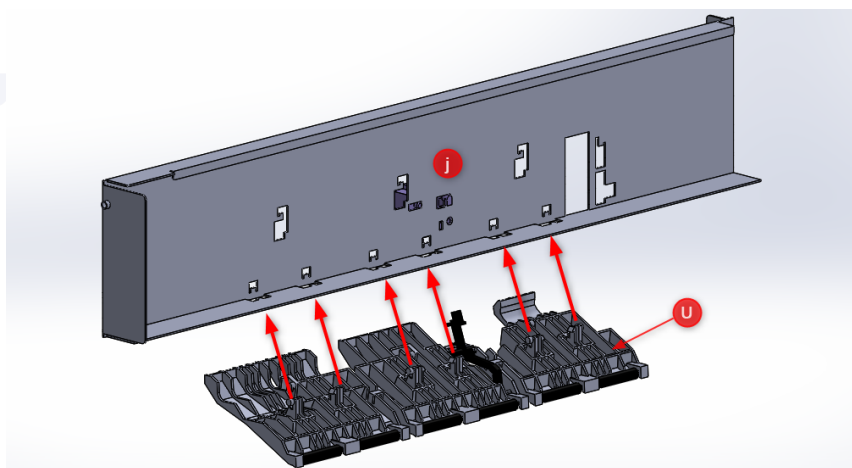


Figura B.33: Montaje del soporte (U) en el soporte (j)  
Fuente: Autor

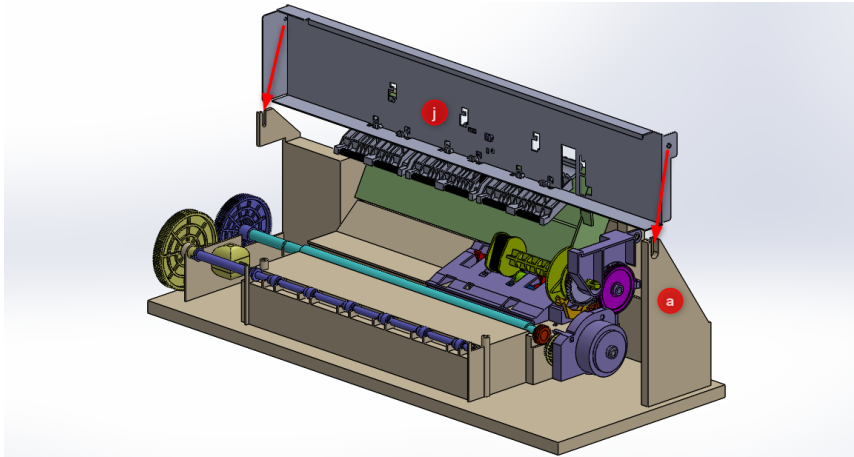


Figura B.34: Acoplamiento del soporte (j) en la estructura interior (a)  
Fuente: Autor

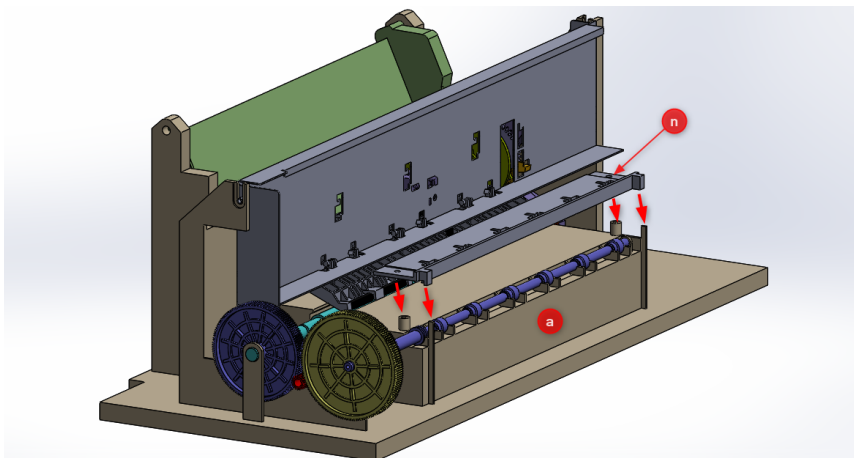


Figura B.35: Montaje de la tapa (n) en la estructura interior (a)  
Fuente: Autor





## Apéndice C

# Partes de carcasa protectora



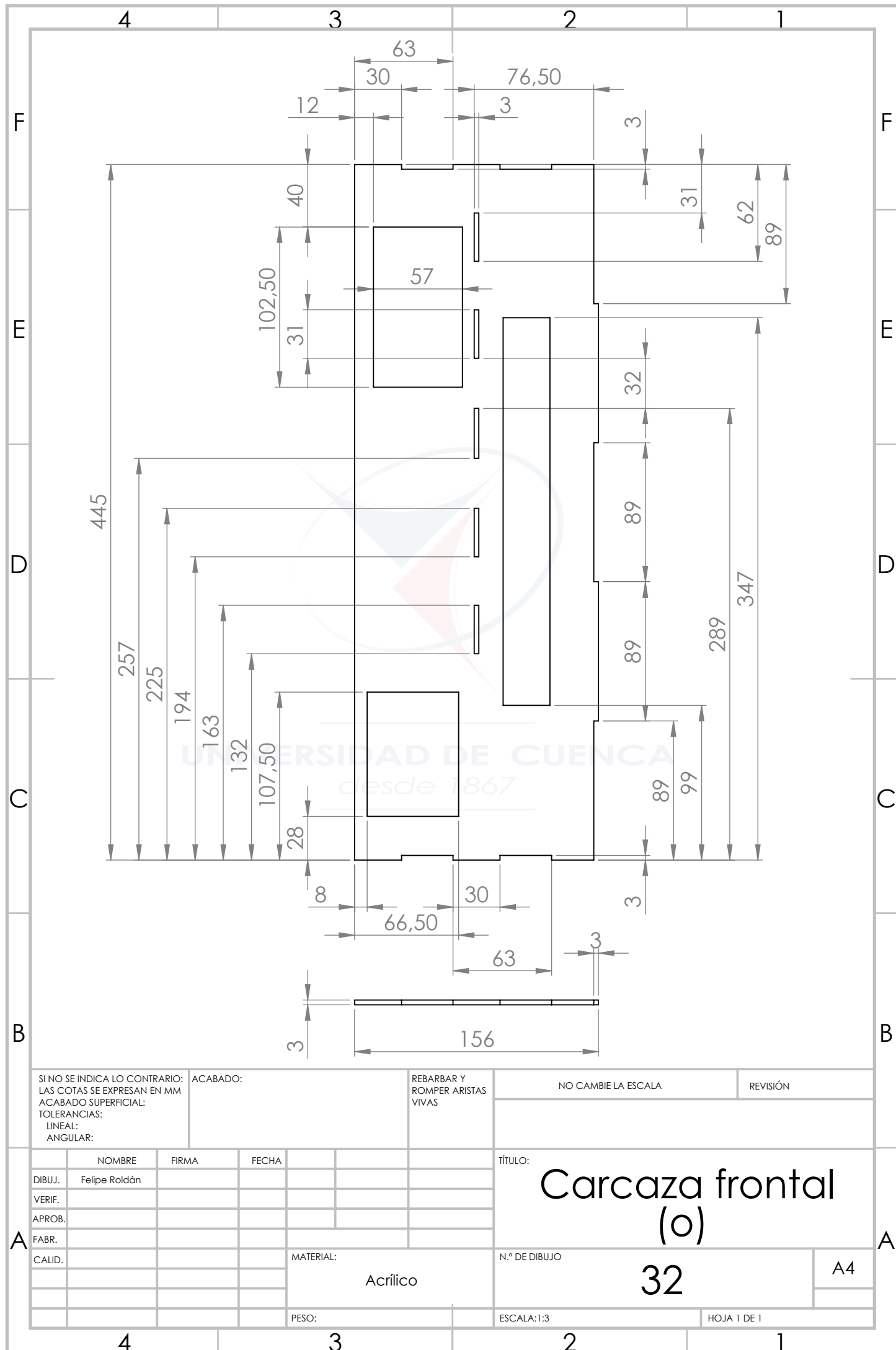
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

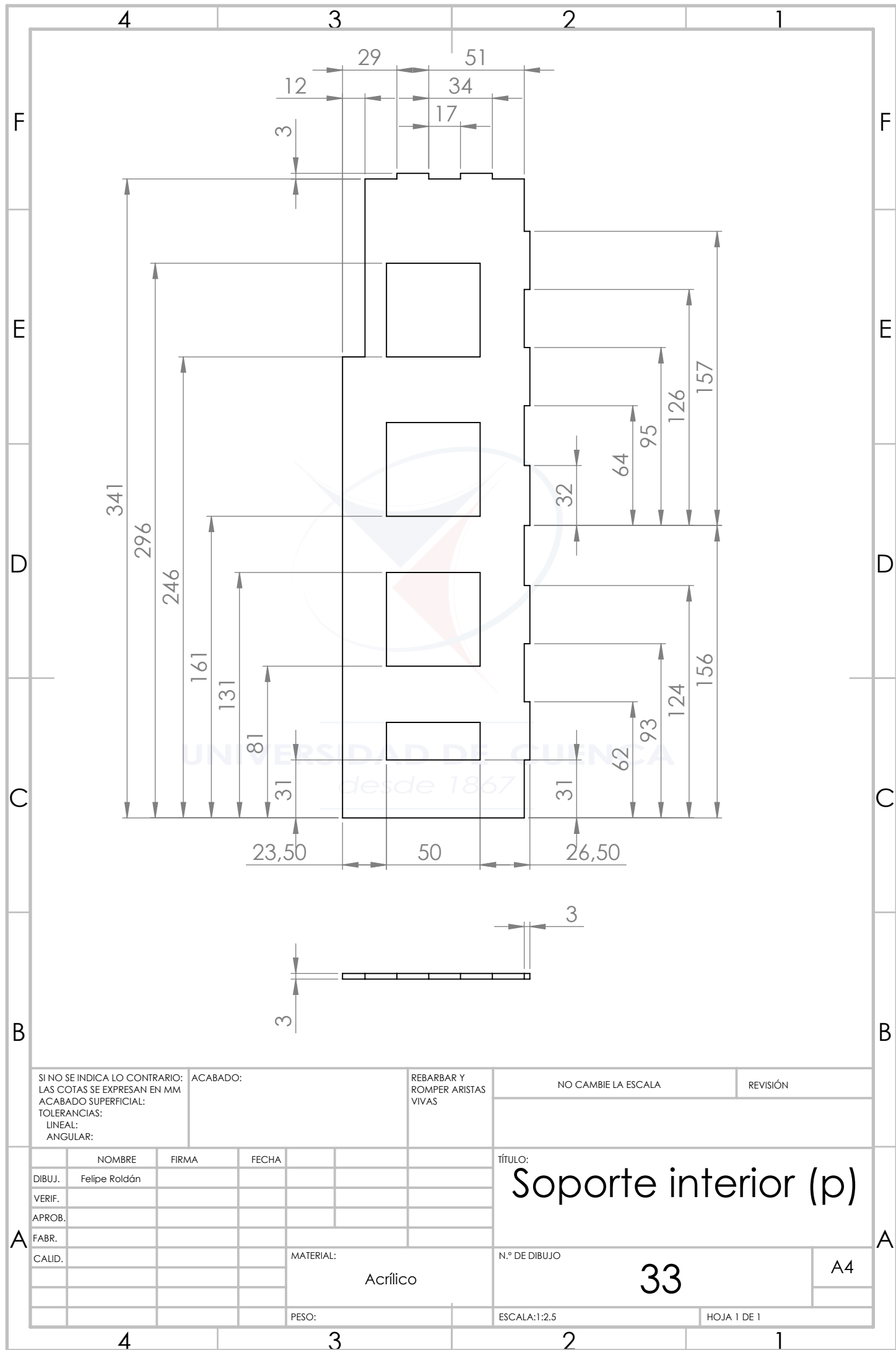


---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
TÍTULO: <b>Soporte interior (p)</b>						N.º DE DIBUJO <b>33</b>			
MATERIAL: <b>Acrílico</b>						ESCALA: 1:2.5			
PESO:						HOJA 1 DE 1			

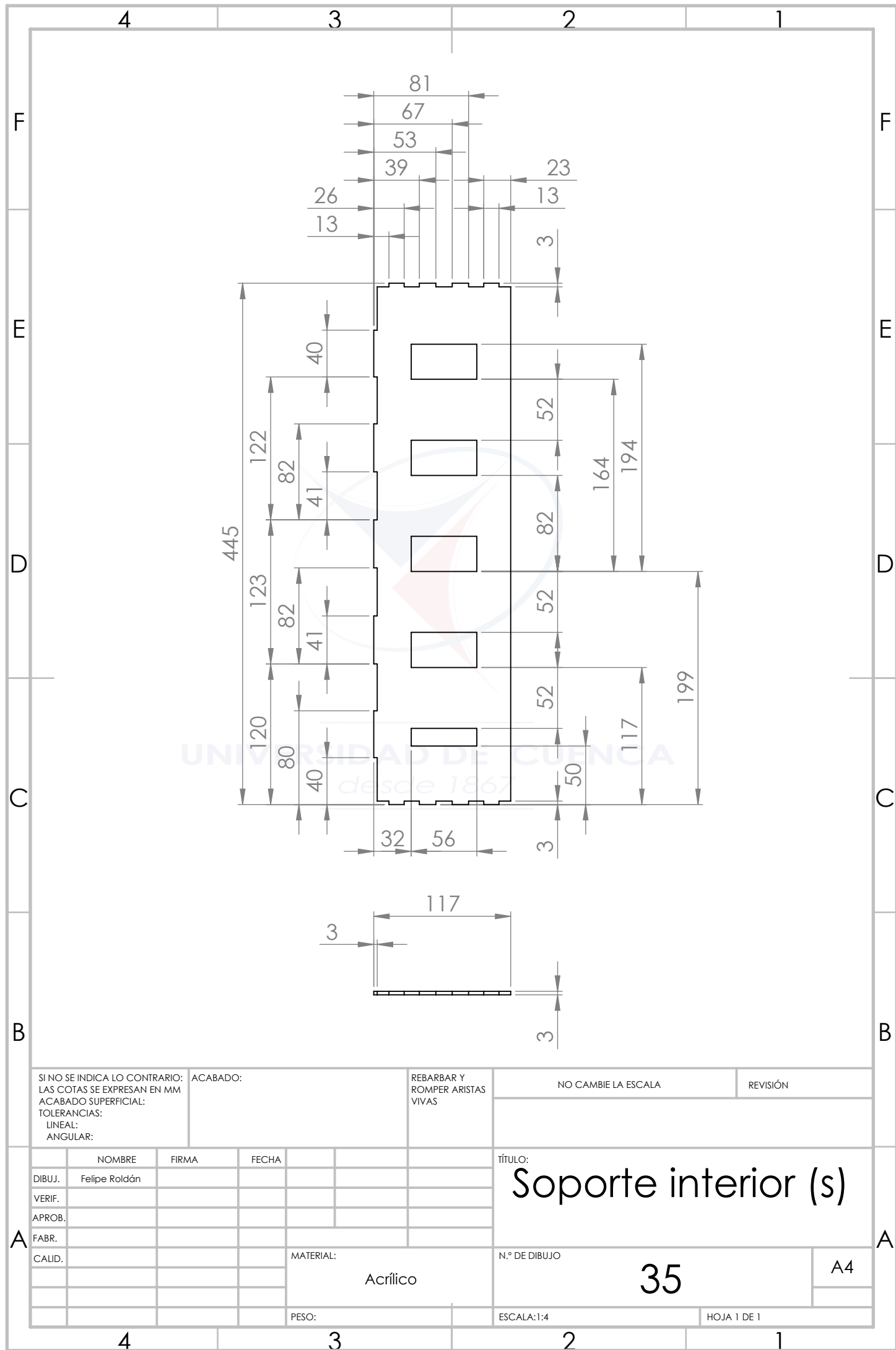
NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ. Felipe Roldán		
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
CALID.		

Soporte interior (p)

33

A4





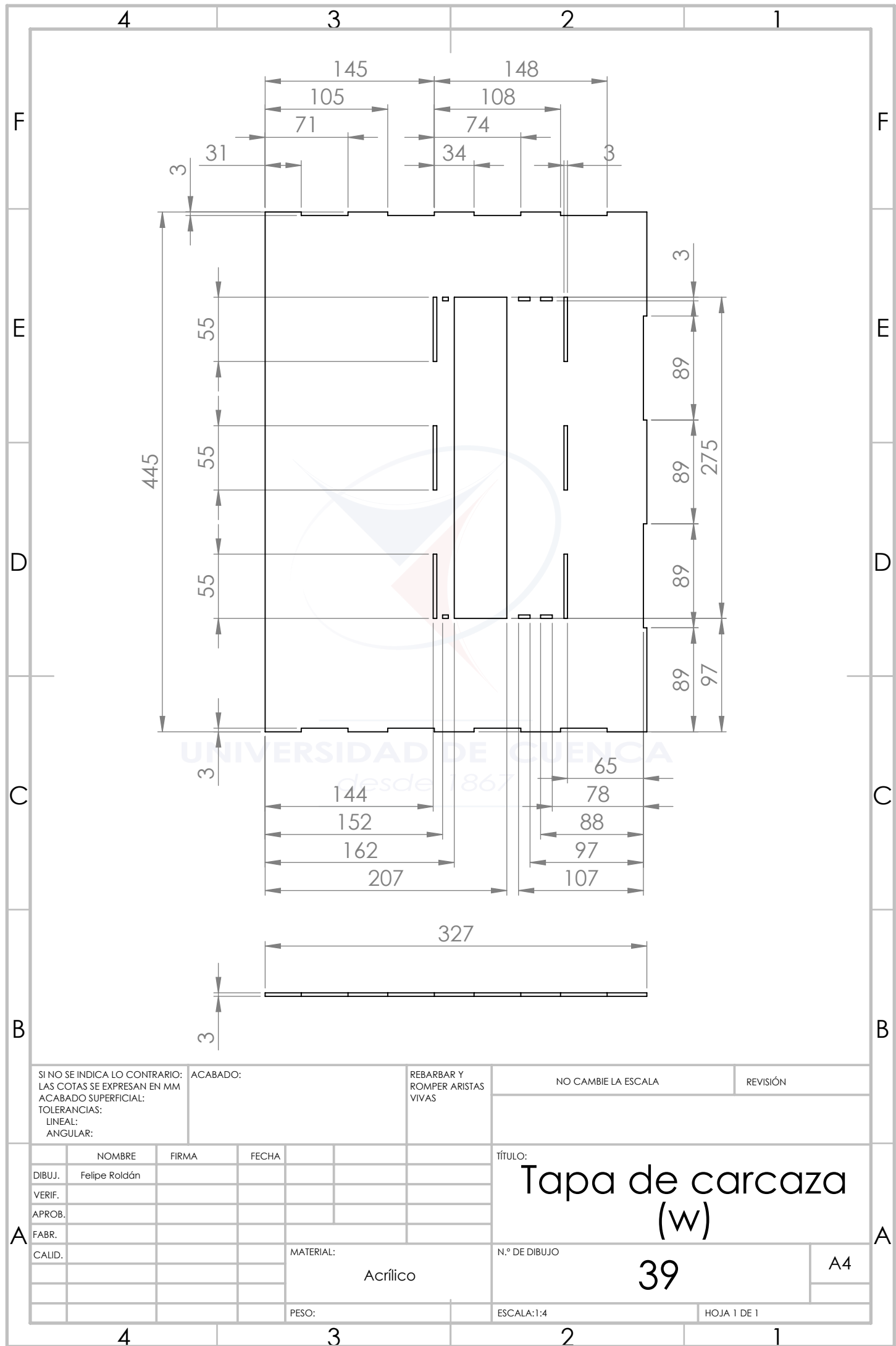
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.		FELIPE ROLDÁN		FIRMA		FECHA		TÍTULO: Soporte interior (s)	
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
						MATERIAL: Acrílico		N.º DE DIBUJO 35	
								A4	
						PESO:		ESCALA: 1:4	
								HOJA 1 DE 1	

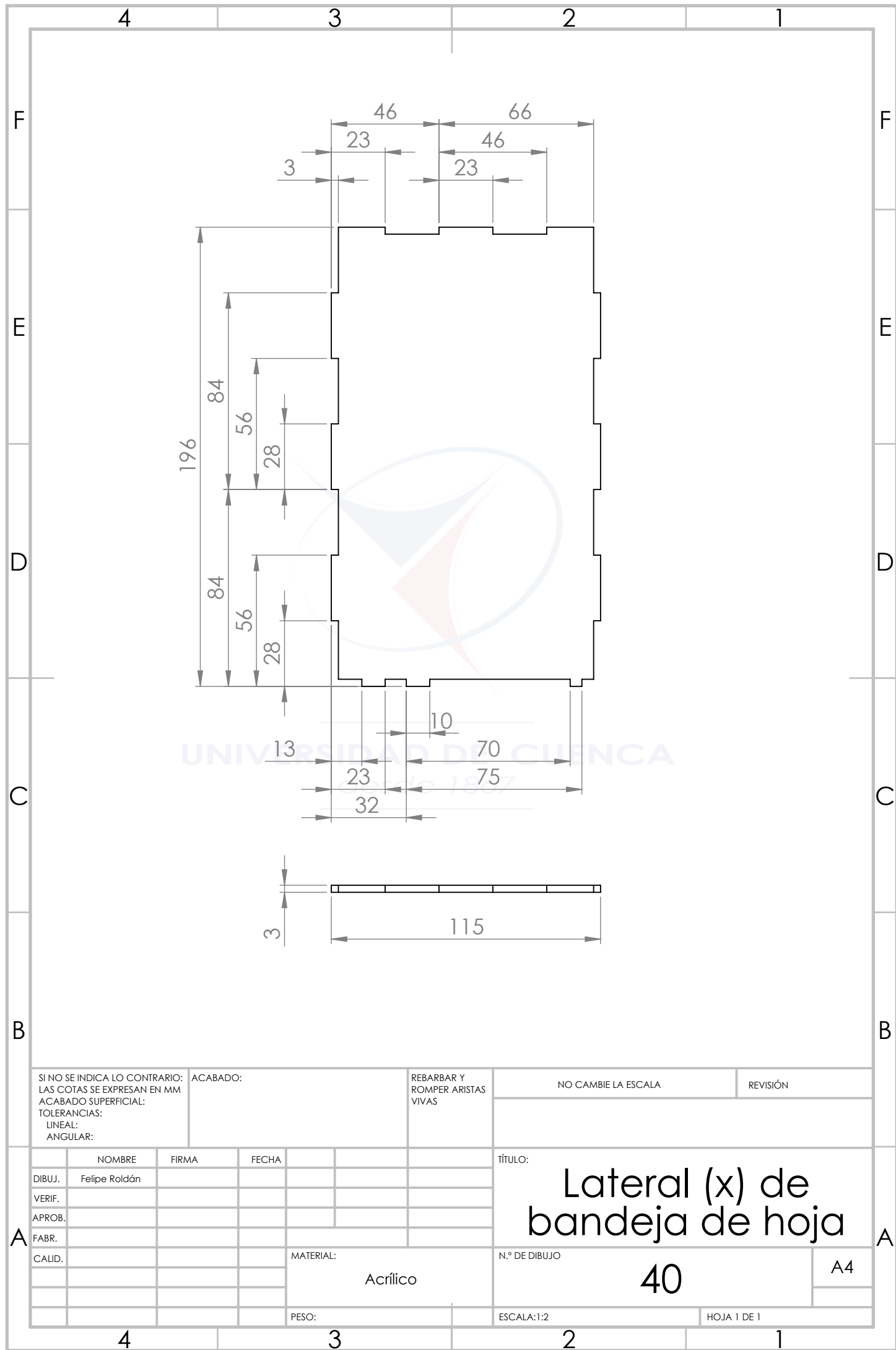


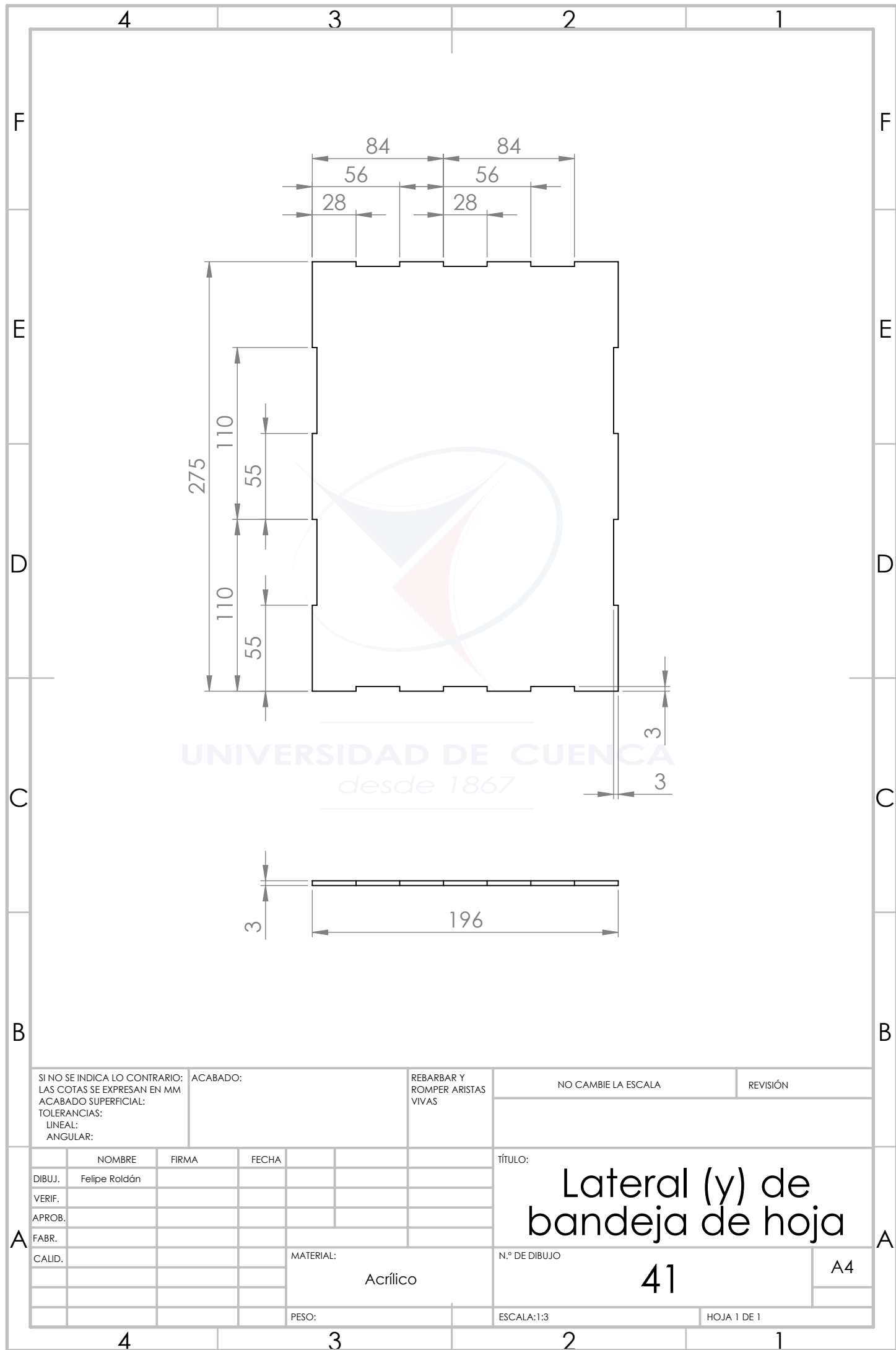
















---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



## Apéndice D

# Montaje de carcaza protectora



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

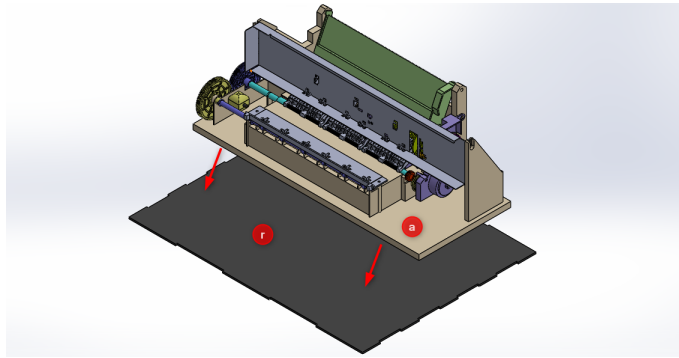


Figura D.1: Montaje del sistema mecánico sobre base de la carcasa  
Fuente: Autor

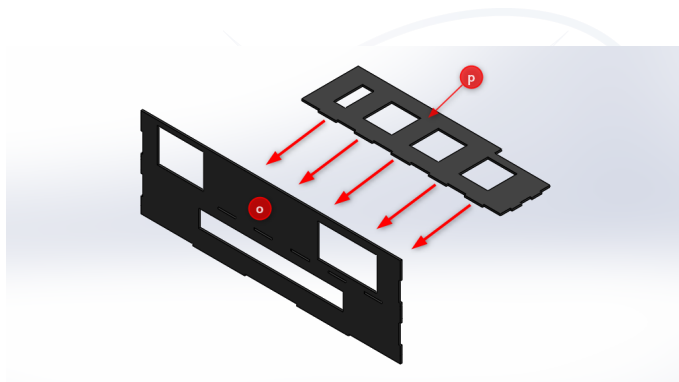


Figura D.2: Acoplamiento de carcasa frontal (o) y soporte interior (p)  
Fuente: Autor

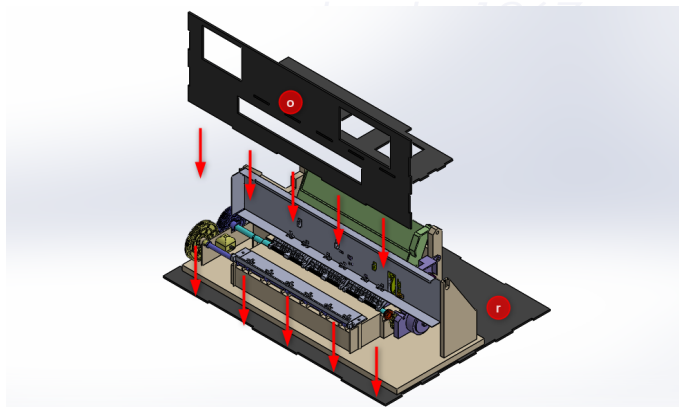


Figura D.3: Montaje de la carcasa frontal (o) y el soporte interior (p) sobre base  
Fuente: Autor



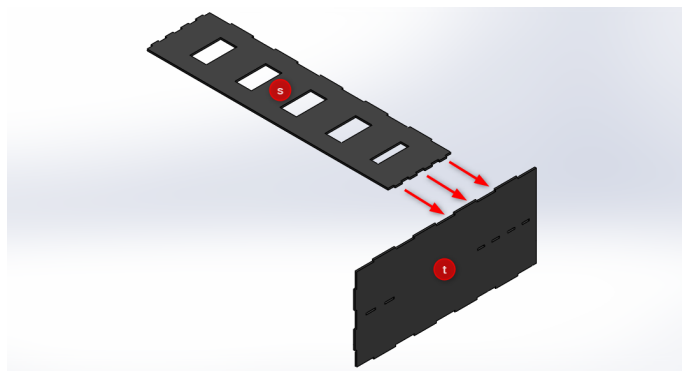


Figura D.4: Acoplamiento de soporte interior (s) y carcaza lateral derecha (t)  
Fuente: Autor

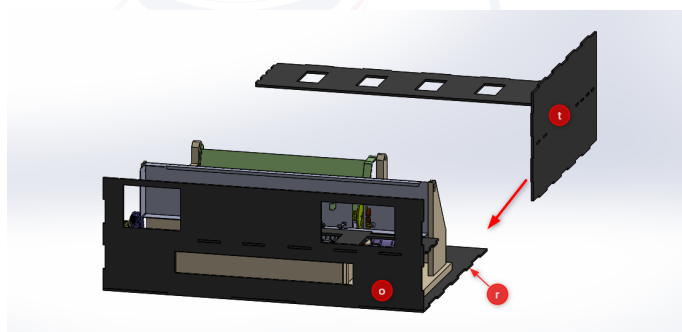


Figura D.5: Montaje de la carcaza lateral derecha (t) sobre base (r)  
Fuente: Autor

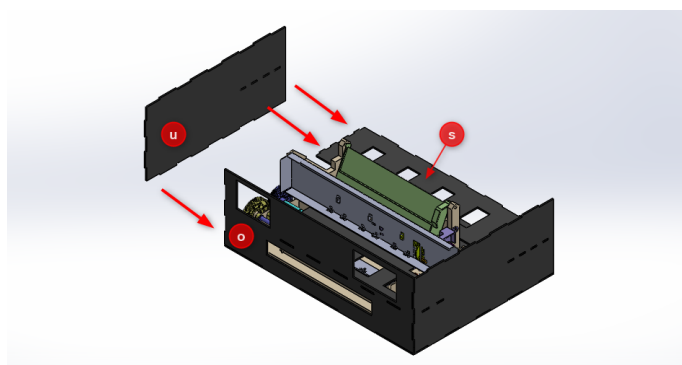


Figura D.6: Montaje de la carcaza lateral izquierda (u)  
Fuente: Autor

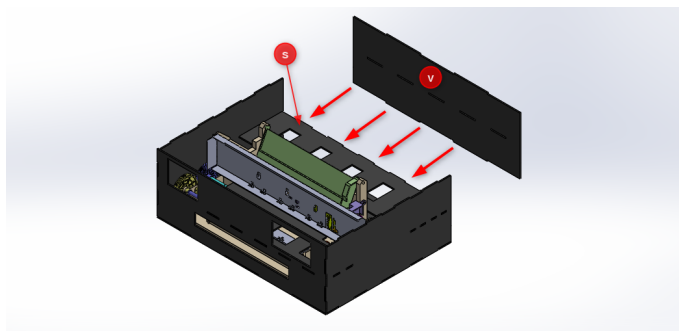


Figura D.7: Montaje de la carcasa posterior (v)

Fuente: Autor

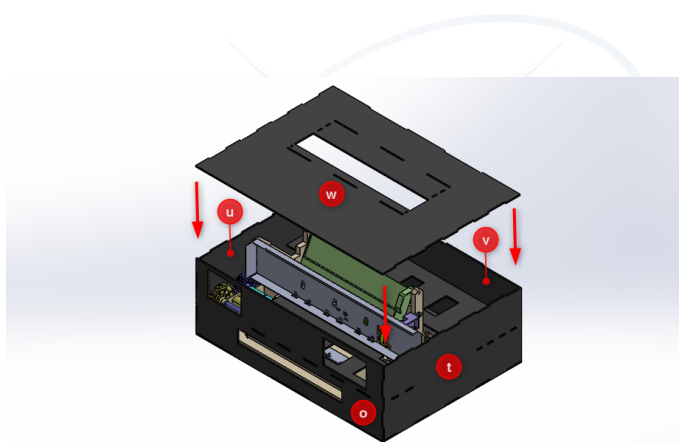


Figura D.8: Acoplamiento de tapa de carcasa (w)

Fuente: Autor

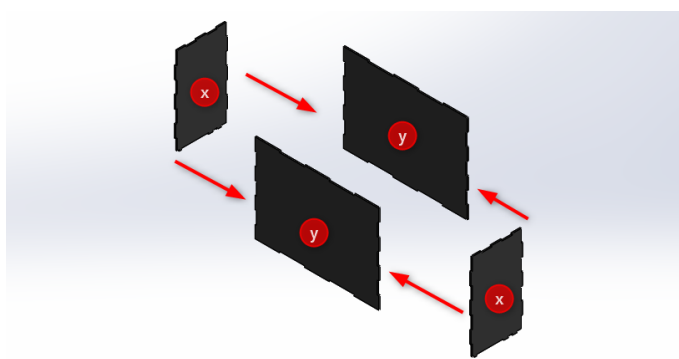


Figura D.9: Acoplamiento de laterales de (x) y (y) de la bandeja de hoja

Fuente: Autor

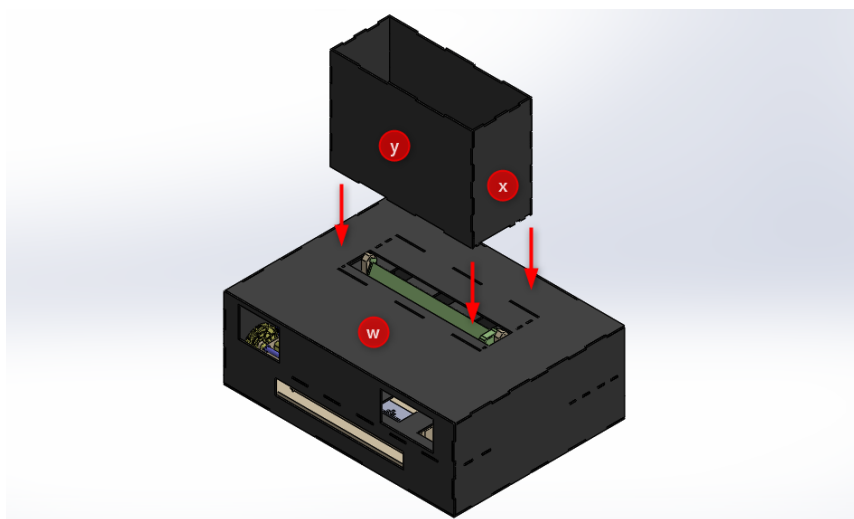


Figura D.10: Montaje de los laterales (x) y (y) de la bandeja de hoja sobre tapa de carcasa (w)

Fuente: Autor

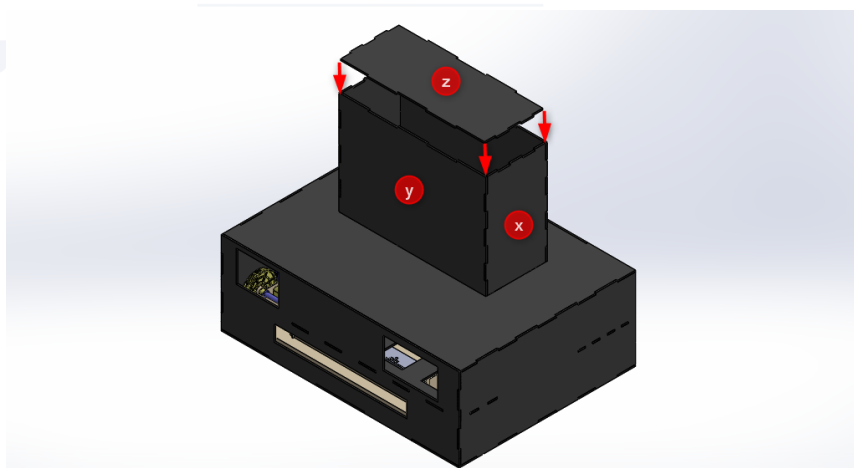


Figura D.11: Acoplamiento de tapa (z) de bandeja de hoja

Fuente: Autor



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



## Apéndice E

# Esquemas de conexión del sistema Electrónico



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

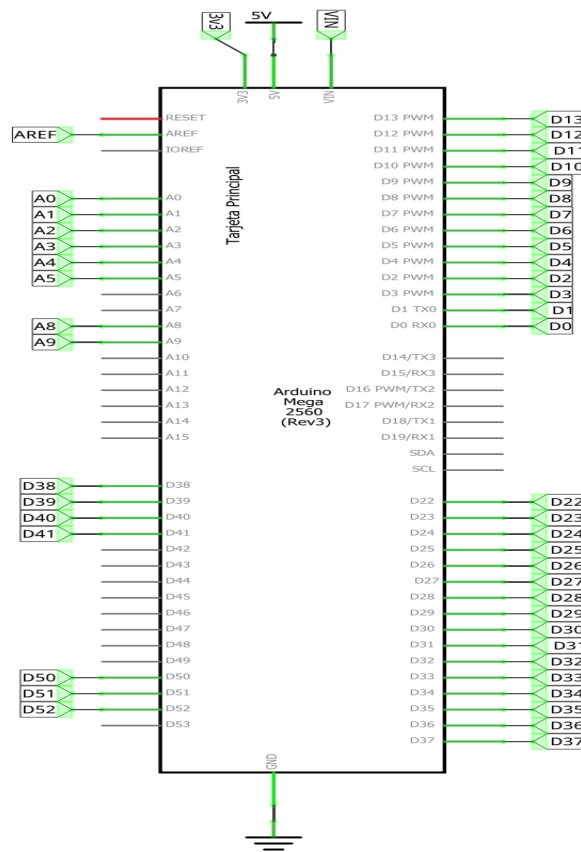


Figura E.1: Esquema de conexión de la tarjeta principal Arduino Mega  
Fuente: Autor

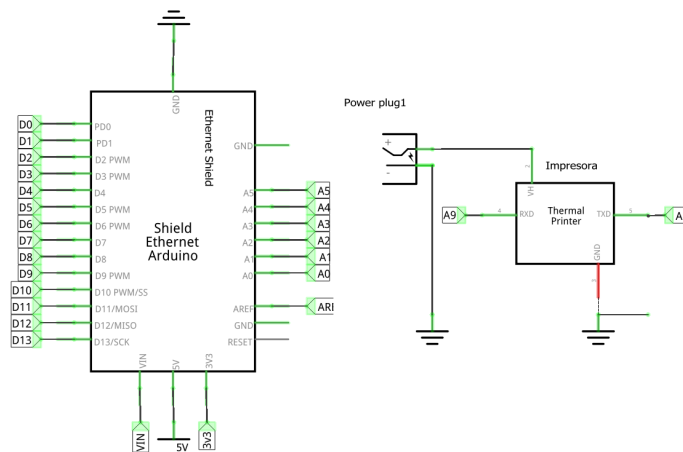


Figura E.2: Esquema de conexión del Arduino Ethernet Shield e impresora termal  
Fuente: Autor

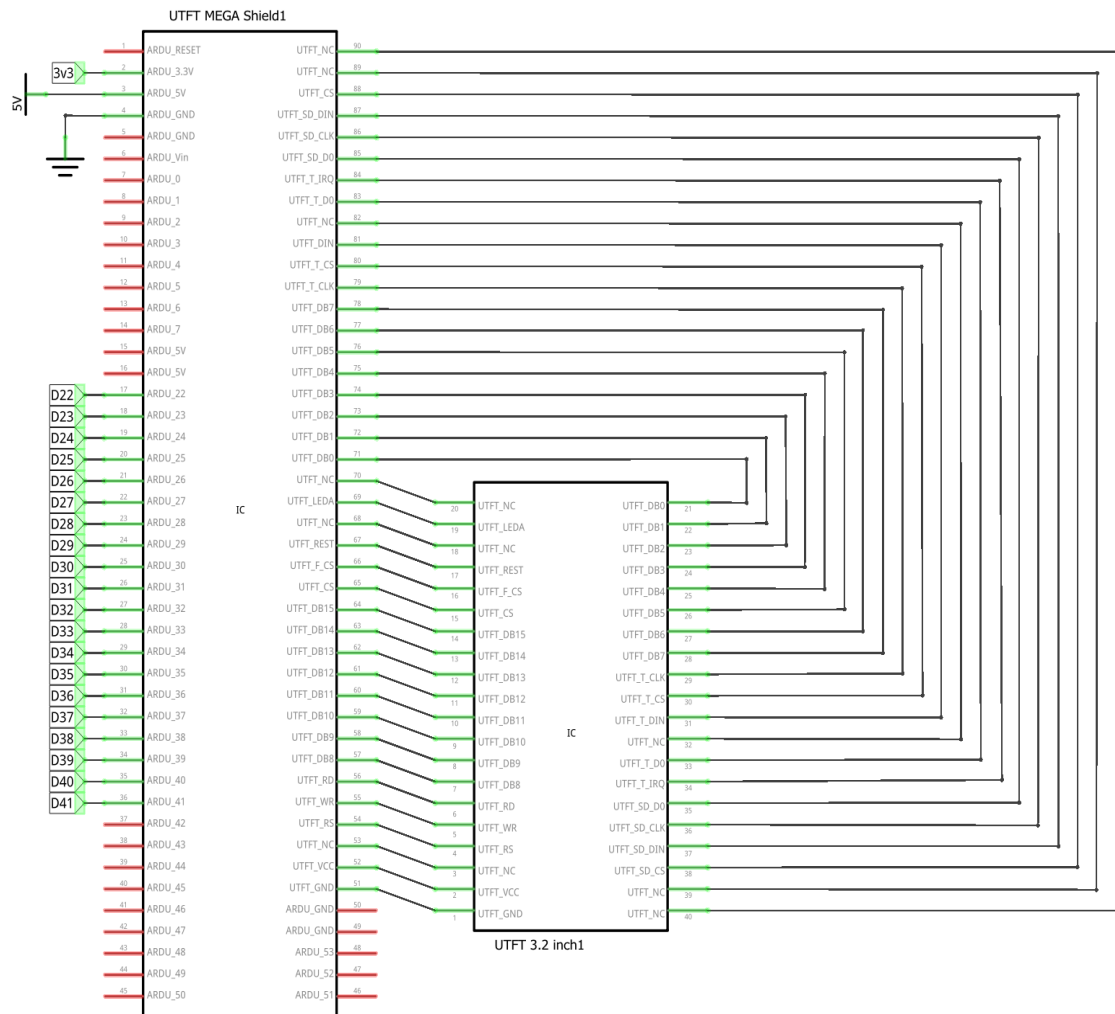


Figura E.3: Esquema de conexión entre pantalla (TFT-320QVT) y el adaptador de pantalla (Shield TFT)

Fuente: Autor

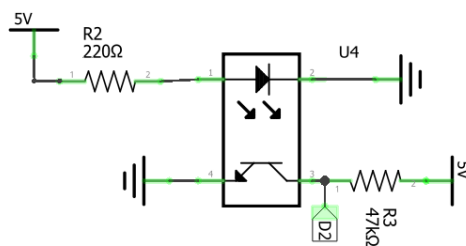


Figura E.4: Esquema de conexión del sensor de hoja

Fuente: Autor

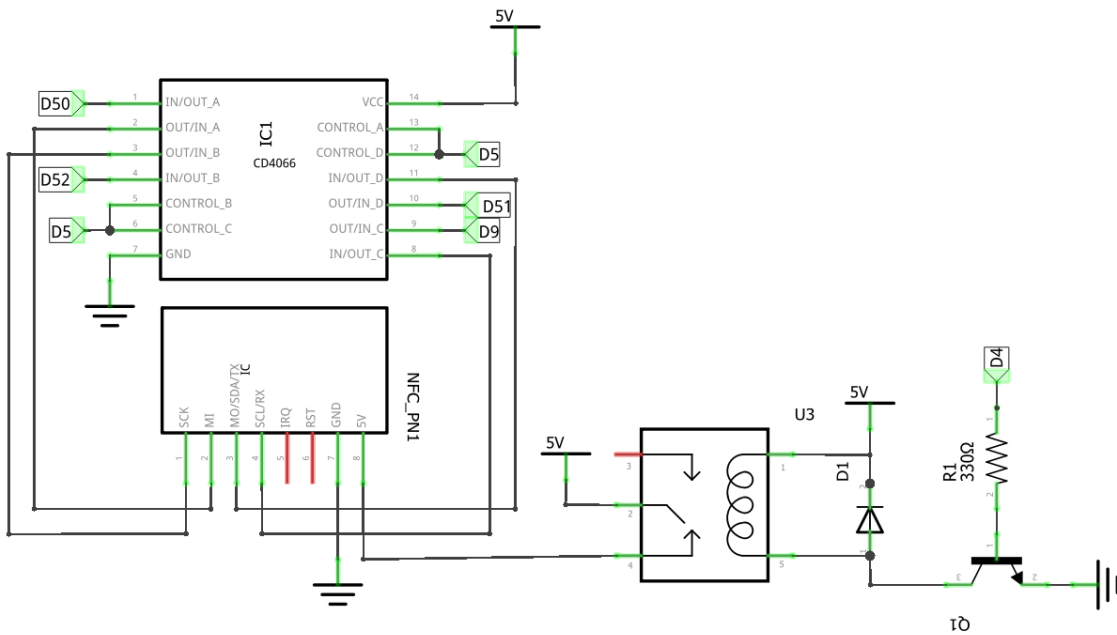


Figura E.5: Esquema de conexión del módulo NFC y circuito asociado al módulo NFC  
Fuente: Autor

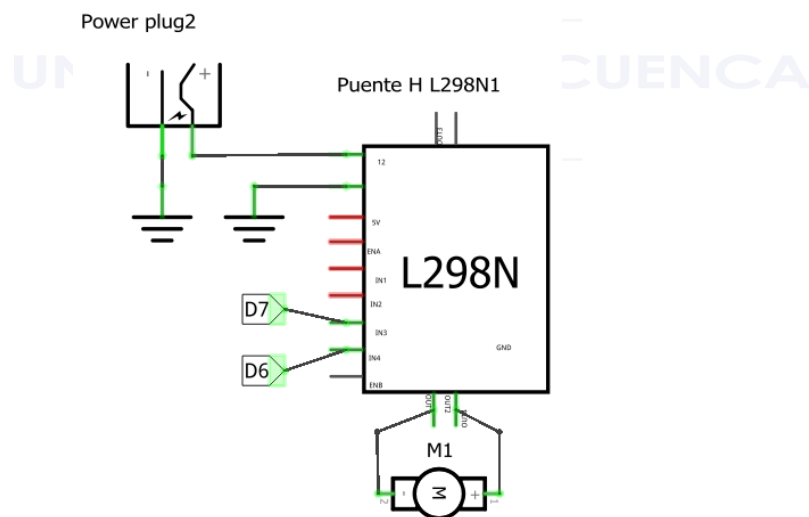


Figura E.6: Esquema de conexión del módulo L298N y motor reductor  
Fuente: Autor





## Apéndice F

### PCBs realizados



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

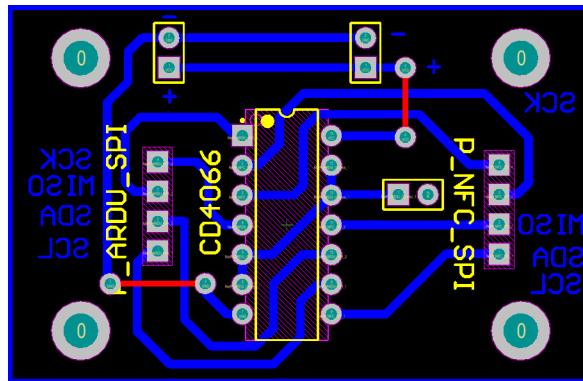


Figura F.1: PCB del control SPI del módulo NFC  
Fuente: Autor

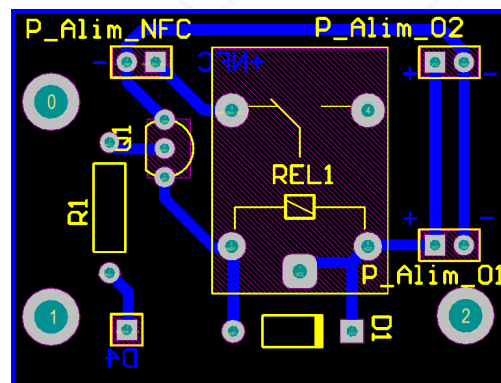


Figura F.2: PCB del control de alimentación del módulo NFC  
Fuente: Autor

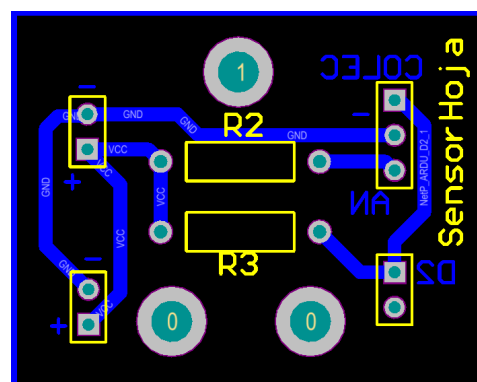


Figura F.3: PCB del circuito sensor de hoja  
Fuente: Autor



## Apéndice G

# Manual de usuario aplicación móvil



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

**Descripción:**

Aplicación móvil compatible con teléfonos celulares que integran el sistema operativo Android, permite la interacción de su usuario con un dispositivo electrónico dedicado a dispensar especies valoradas (derechos universitarios y hojas certificadas) durante el proceso de compra y venta de las mismas.

**Acceso:**

Realizado mediante el icono de la aplicación móvil, mostrado a continuación en la Figura G.1, el cual al ejecutarlo permite el arranque de la aplicación en donde se despliega una pantalla de carga similar al de la Figura G.2



Figura G.1: Icono de la aplicación móvil  
Fuente: Autor



Figura G.2: Pantalla de carga de la aplicación móvil  
Fuente: Autor

La aplicación móvil permite 3 tipos de interacción a los usuarios; éstas son: registro de información, configuración de cuenta de usuario y compra de especies valoradas.

### Registro de información:

Interacción presentada la primera vez que se inicia la aplicación móvil, se encarga de almacenar los datos personales de los usuarios en la memoria del teléfono, está conformada por cuatro pantallas (ordenadas como se observa en la Figura G.4) consecutivas (cuya navegación se realiza mediante el botón de la Figura G.3) que permiten el ingreso de: nombre, apellido, número de cédula, dirección del domicilio y número de teléfono del usuario.



Figura G.3: Botón Avanzar

Fuente: Autor



(a) Nombre y apellido	(b) Cédula	(c) Dirección	(d) Teléfono
¿Cuál es tu nombre? Nombre _____ ¿Cuál es tu apellido? Apellido _____	Ingresa tu cédula 0123456789 _____	Ingresa tu dirección: Ejemplo N-XX e Interseccion _____	Ingresa su número de teléfono 0XXXXXXXXX _____

Figura G.4: Pantallas para registro de información

Fuente: Autor

- Pantalla de ingreso de nombre y apellido:** Ilustrada en la Figura G.4, presenta dos campos: nombre y apellido, utilizados para recibir el nombre y apellido de su usuario. Estos campos permiten el ingreso únicamente de letras.
- Pantalla de ingreso cédula.** Ilustrada en la Figura G.4, presenta un campo dedicado a recibir el número de cédula del usuario. Este campo permite solo el ingreso de dígitos.

- c) **Pantalla de ingreso de dirección.** Ilustrada en la Figura G.4, presenta un campo utilizado para recibir la dirección del usuario, el cual permite el ingreso de: dígitos, letras y caracteres separadores comunes en direcciones ( . , / - )
- d) **Pantalla de ingreso de teléfono.** Ilustrada en la Figura G.4, presenta un campo dedicado a números de teléfonos, el cual permite únicamente el ingreso de: dígitos.

### Compra de especies valoradas:

Después de terminar de registrar la información del usuario, la aplicación mostrará una pantalla (Figura G.5) para seleccionar las especies valoradas a comprar e iniciar una solicitud de compra a través de los botones dispuestos en la pantalla.



Figura G.5: Pantalla de solicitud de compra

Fuente: Autor

A continuación de solicitar la compra por una especie valorada la aplicación móvil muestra la pantalla de autorización de pago, ilustrada en la Figura G.6. Describe las especies solicitadas a comprar, la cantidad a pagar y permite realizar la ejecución de confirmación de compra, a través de la comprobación del OTP alojado en la memoria del teléfono mediante el escaneo del OTP disponible en el dispensador de especies valoradas en formato de código QR o a través de la lectura del mismo utilizando tecnología NFC.



Figura G.6: Pantalla de autorización de pago por especies valoradas  
Fuente: Autor

En el caso de que los [OTP](#) sean válidos la aplicación móvil despliega una ventana de notificación de autorización de pago, similar a la ilustrada en la [Figura G.7](#), para seguir con el pago seleccionar CONFIRMAR, caso contrario CANCELAR.

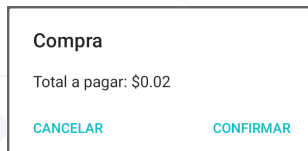


Figura G.7: Ventana de confirmación de compra  
Fuente: Autor

Posterior a la confirmación de pago se despliega una ventana emergente solicitando ingresar la clave de la cuenta para ejecutar el pago tal y como se observa en la [Figura G.8](#), para ejecutar el pago seleccionar ENVIAR caso contrario CANCELAR.

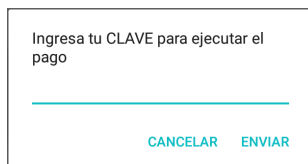


Figura G.8: Ventana de ingreso de clave  
Fuente: Autor

Finalmente se despliega un mensaje indicador similar al de la Figura G.9 describiendo que se ha concretado el pago, mostrando información relacionada a la cantidad de dinero pagada y el saldo actual en la cuenta del abonado al proveedor de *M-Payments EDMC*.

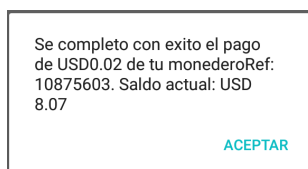


Figura G.9: Mensaje indicador de transacción completada  
Fuente: Autor

### Configuración de cuenta del usuario:

Interacción utilizada para: visualizar y editar los datos del usuario almacenados en la aplicación móvil. Para acceder a esta interacción seleccionar el botón de menú mostrado en la pantalla de solicitud de compra (Figura G.5), a continuación la aplicación móvil mostrará un menú similar al de la Figura G.10, luego seleccionar la opción: Mi Cuenta.

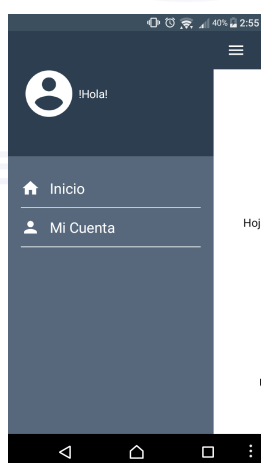


Figura G.10: Menú de la aplicación móvil  
Fuente: Autor

Después de seleccionar la opción Mi Cuenta, la aplicación móvil mostrará una pantalla con los datos de usuario almacenados, similar al de la Figura G.11, si se desea editar estos datos seleccionar el botón de edición (Círculo con icono de lápiz).





Figura G.11: Pantalla de datos de usuario  
Fuente: Autor

En caso de seleccionar el botón de edición la aplicación mostrará una pantalla similar a la Figura G.12, la cual presenta todos los campos que contienen la información del usuario, tal que puedan ser editados. Para almacenar los datos editados seleccionar el botón guardar (Círculo con icono de disquete).

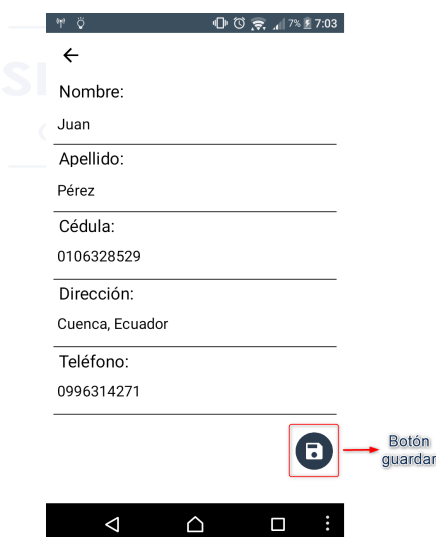


Figura G.12: Pantalla de edición de datos de usuario  
Fuente: Autor

### Mensajes de alertas:

Son mensajes presentados con el propósito de indicar al usuario, la forma de utilizar la aplicación, se muestran en un formato similar al de la Figura G.13 cuando ocurre los eventos presentado a continuación la Tabla G.1.

Campo nombre vacío

Figura G.13: Ejemplo de mensaje de alerta  
Fuente: Autor

Tabla G.1: Mensajes de alerta presentados durante eventos producidos en la ejecución de la aplicación

Evento producido	Mensaje
Selección del botón de navegación o guardar datos durante el registro o edición de información respectivamente	Campo de nombre vacío
	Campo nombre vacío
	Campo apellido vacío
	Campo apellido vacío
	Caracteres no permitidos en el campo nombre
	Solo se permite el ingreso de letras en el campo nombre
	Caracteres no permitidos en el campo apellido
	Solo se permite el ingreso de letras en el campo apellido
	Campo cédula vacío
	Campo cédula vacío
Selección del botón de solicitud de compra de especies valoradas	Longitud de caracteres diferente de 10 en el campo cédula
	El valor ingresado solo debe tener 10 dígitos
	Dígitos no válidos en el campo cédula
	Cédula no válida
	Caracteres diferentes a números en el campo cédula
	El valor ingresado solo puede tener dígitos
	Campo dirección vacío
	Campo dirección vacío
	Caracteres no permitidos en el campo dirección
	Solo se permite el ingreso de letras en el campo dirección
Selección del botón de solicitud de compra de especies valoradas	Caracteres no permitidos en el campo teléfono
	Solo se permite el ingreso de números
Selección del botón de solicitud de compra de especies valoradas	Compra sin indicar especie valorada
	Por favor especifique la especie valorada
Selección del botón de solicitud de compra de especies valoradas	Selección de especies valoradas no disponibles en el dispensador
	Especie valorada no disponible



## Apéndice H

# Hoja de especificaciones integrado CD4066B



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

## CD4066B CMOS Quad Bilateral Switch

### 1 Features

- 15-V Digital or  $\pm 7.5$ -V Peak-to-Peak Switching
- 125- $\Omega$  Typical On-State Resistance for 15-V Operation
- Switch On-State Resistance Matched to Within 5  $\Omega$  Over 15-V Signal-Input Range
- On-State Resistance Flat Over Full Peak-to-Peak Signal Range
- High ON/OFF Output-Voltage Ratio: 80 dB Typical at  $f_{is} = 10$  kHz,  $R_L = 1$  k $\Omega$
- High Degree of Linearity: <0.5% Distortion Typical at  $f_{is} = 1$  kHz,  $V_{is} = 5$  V<sub>p-p</sub>,  $V_{DD} - V_{SS} \geq 10$  V,  $R_L = 10$  k $\Omega$
- Extremely Low Off-State Switch Leakage, Resulting in Very Low Offset Current and High Effective Off-State Resistance: 10 pA Typical at  $V_{DD} - V_{SS} = 10$  V,  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Extremely High Control Input Impedance (Control Circuit Isolated From Signal Circuit):  $10^{12}$   $\Omega$  Typical
- Low Crosstalk Between Switches: -50 dB Typical at  $f_{is} = 8$  MHz,  $R_L = 1$  k $\Omega$
- Matched Control-Input to Signal-Output Capacitance: Reduces Output Signal Transients
- Frequency Response, Switch On = 40 MHz Typical
- 100% Tested for Quiescent Current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V Parametric Ratings

### 2 Applications

- Analog Signal Switching/Multiplexing: Signal Gating, Modulators, Squelch Controls, Demodulators, Choppers, Commutating Switches
- Digital Signal Switching/Multiplexing
- Transmission-Gate Logic Implementation
- Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Conversions
- Digital Control of Frequency, Impedance, Phase, and Analog-Signal Gain

### 3 Description

The CD4066B device is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with the CD4016B device, but exhibits a much lower on-state resistance. In addition, the on-state resistance is relatively constant over the full signal-input range.

The CD4066B device consists of four bilateral switches, each with independent controls. Both the p and the n devices in a given switch are biased on or off simultaneously by the control signal. As shown in Figure 17, the well of the n-channel device on each switch is tied to either the input (when the switch is on) or to  $V_{SS}$  (when the switch is off). This configuration eliminates the variation of the switch-transistor threshold voltage with input signal and, thus, keeps the on-state resistance low over the full operating-signal range.

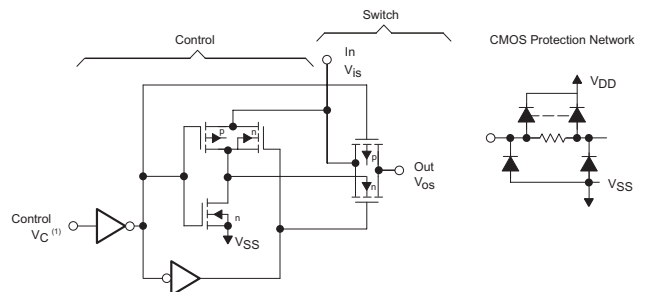
The advantages over single-channel switches include peak input-signal voltage swings equal to the full supply voltage and more constant on-state impedance over the input-signal range. However, for sample-and-hold applications, the CD4016B device is recommended.

#### Device Information<sup>(1)</sup>

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
CD4066B	PDIP (14)	19.30 mm x 6.35 mm
	CDIP (14)	19.50 mm x 6.92 mm
	SOIC (14)	8.65 mm x 3.91 mm
	SOP (14)	10.30 mm x 5.30 mm
	TSSOP (14)	5.00 mm x 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

#### Bidirectional Signal Transmission Via Digital Control Logic

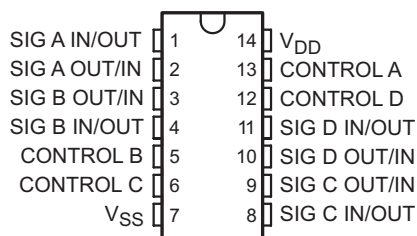


Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated



## 5 Pin Configuration and Functions

**N, J, D, NS, or PW Packages**  
**14-Pin PDIP, CDIP, SOIC, SO, or TSSOP**  
**Top View**



**Pin Functions**

PIN		I/O	DESCRIPTION
NO.	NAME		
1	SIG A IN/OUT	I/O	Input/Output for Switch A
2	SIG A OUT/IN	I/O	Output/Input for Switch A
3	SIG B OUT/IN	I/O	Output/Input for Switch B
4	SIG B IN/OUT	I/O	Input/Output for Switch B
5	CONTROL B	I	Control pin for Switch B
6	CONTROL C	I	Control pin for Switch C
7	V <sub>SS</sub>	—	Low Voltage Power Pin
8	SIG C IN/OUT	I/O	Input/Output for Switch C
9	SIG C OUT/IN	I/O	Output/Input for Switch C
10	SIG D OUT/IN	I/O	Output/Input for Switch D
11	SIG D IN/OUT	I/O	Input/Output for Switch D
12	CONTROL D	I	Control Pin for D
13	CONTROL A	I	Control Pin for A
14	V <sub>DD</sub>	—	Power Pin



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



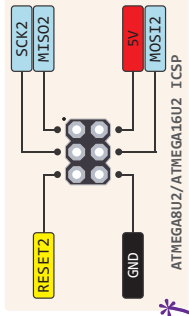
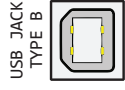
## Apéndice I

# Hoja de descripción de pines Arduino MEGA



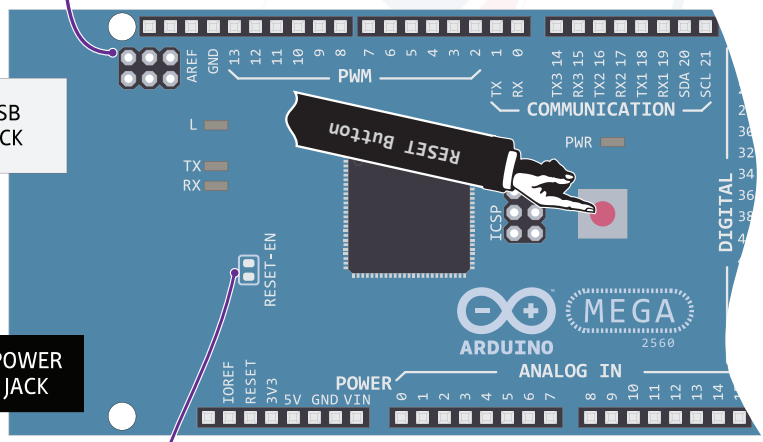
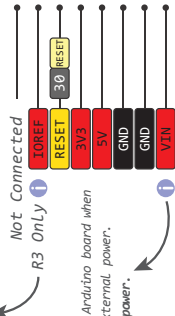
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

# THE DEFINITIVE ARDUINO MEGA PINOUT DIAGRAM

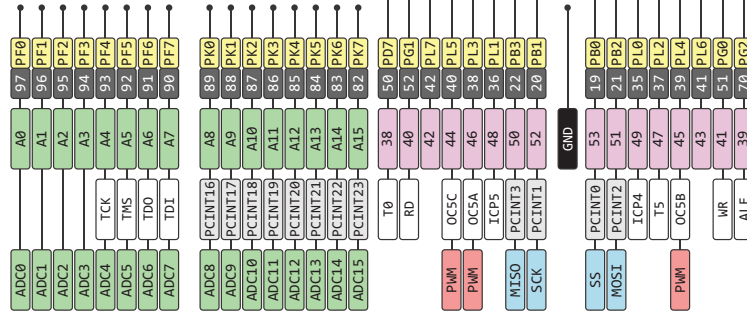
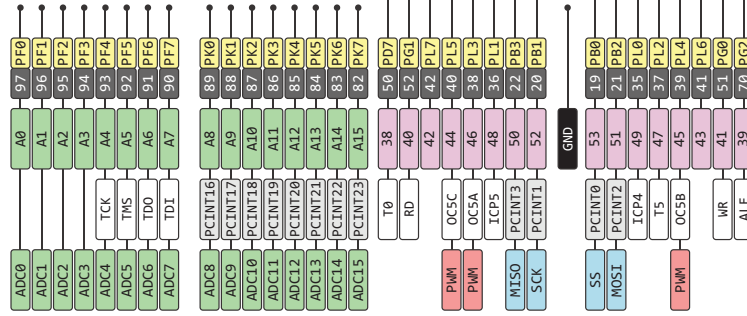
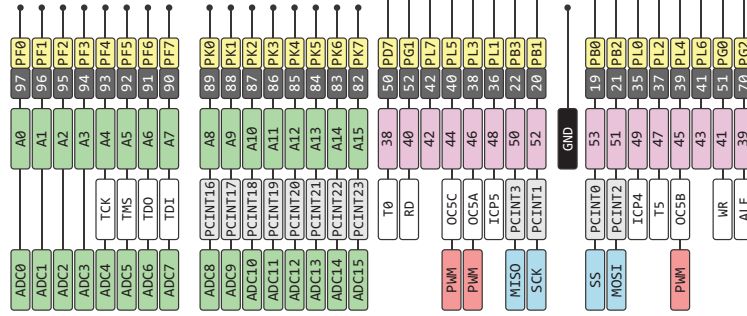
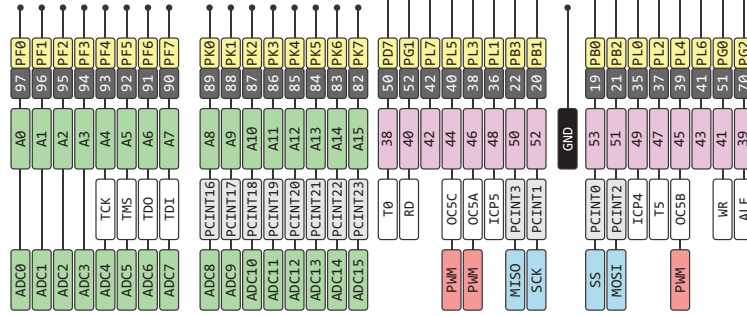
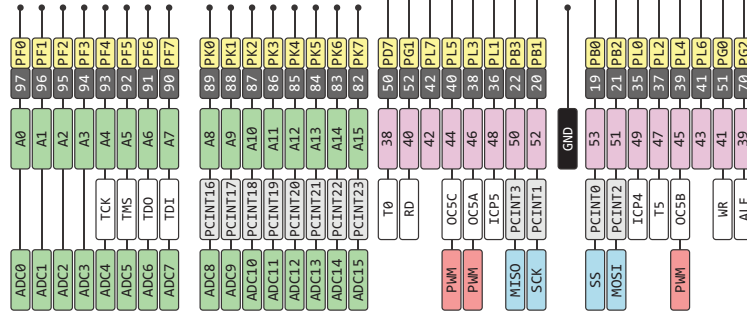
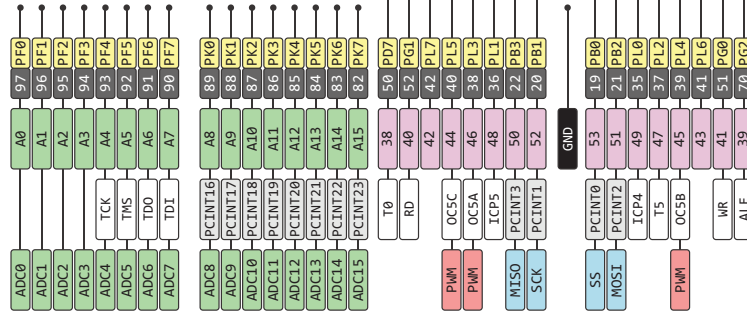
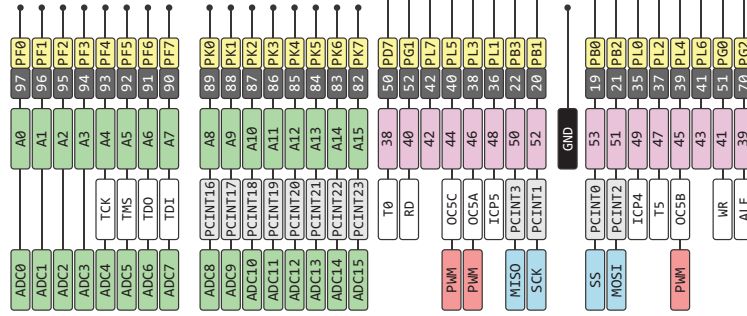
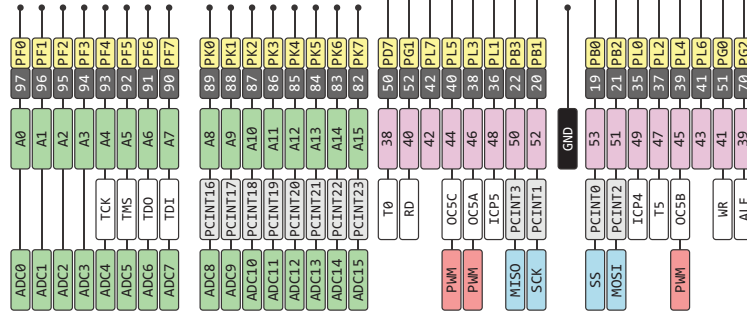
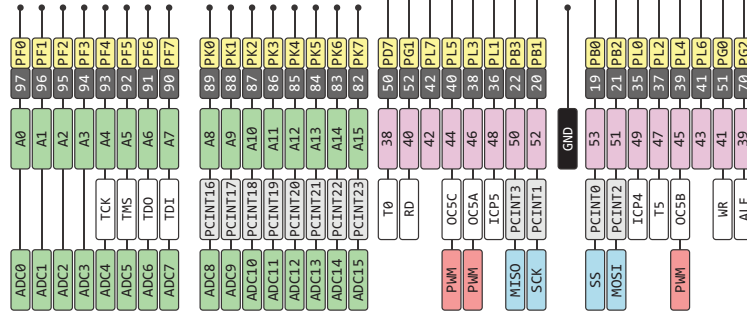
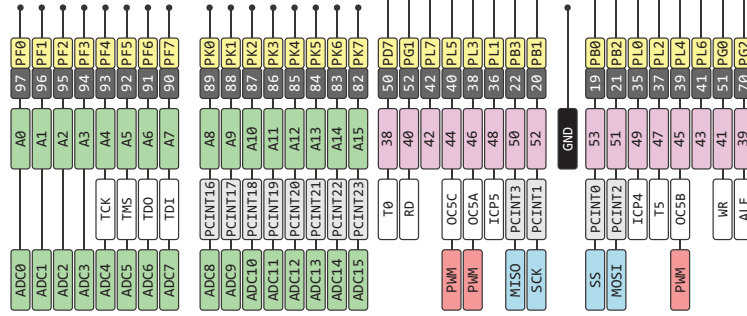
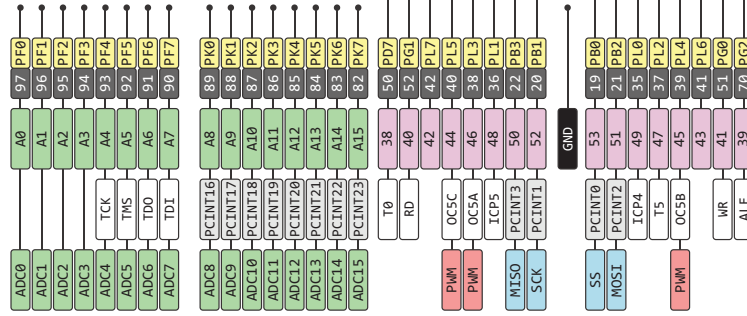
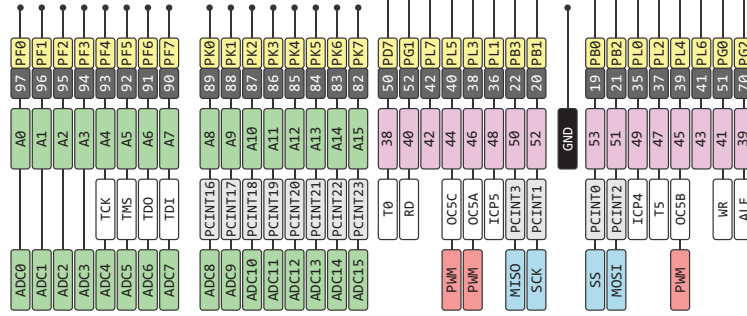
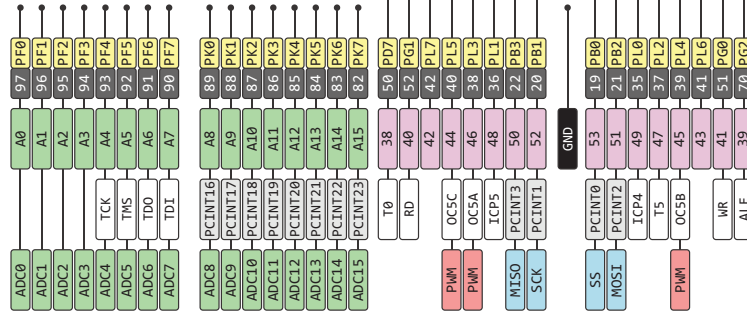
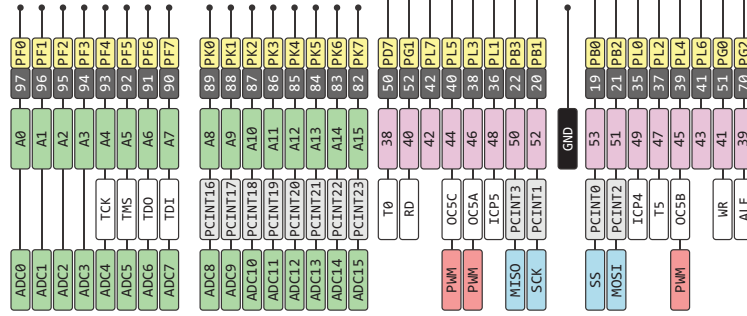
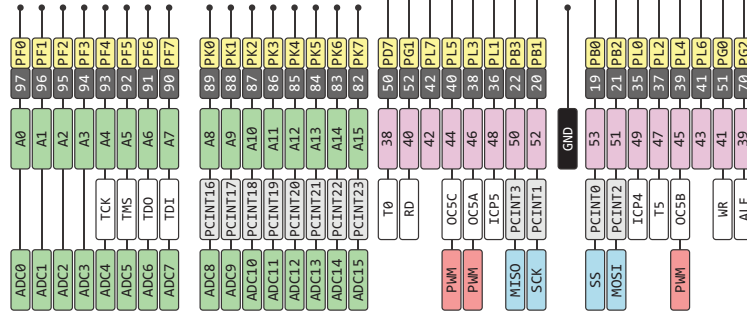
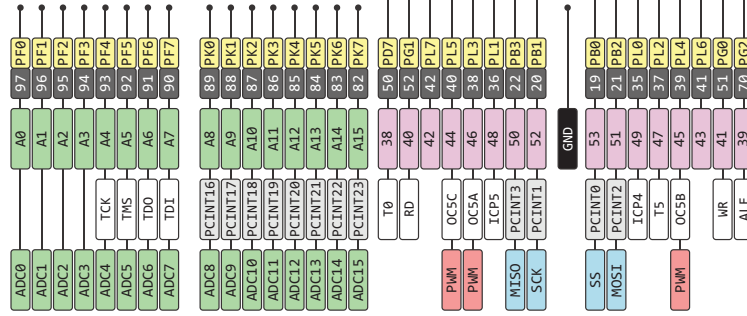
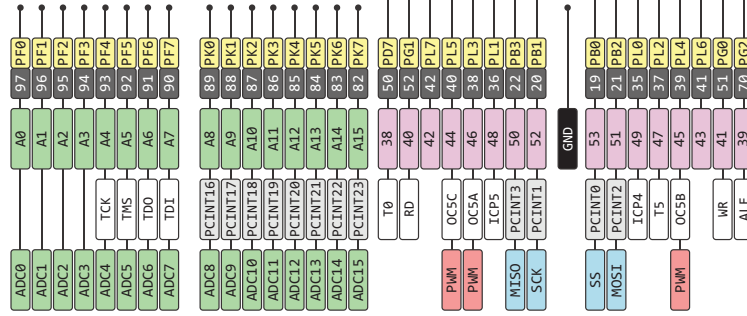
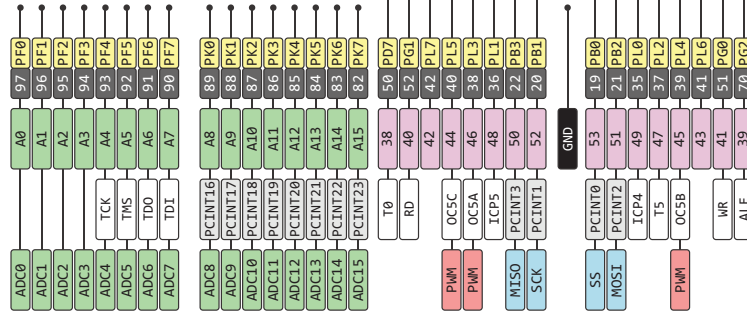
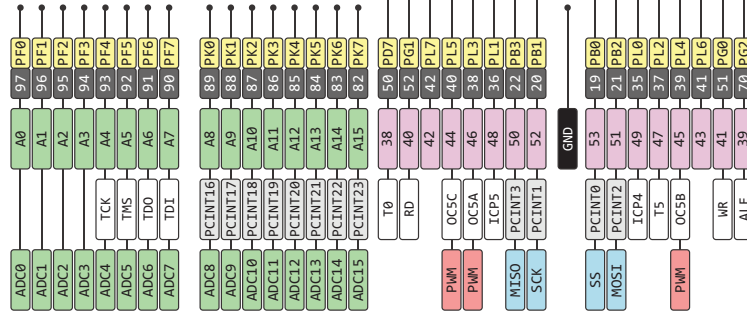
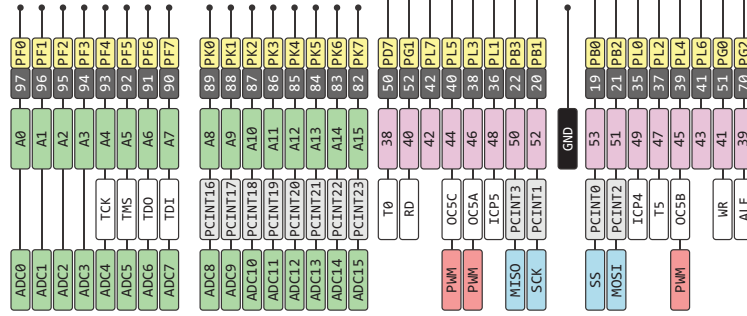
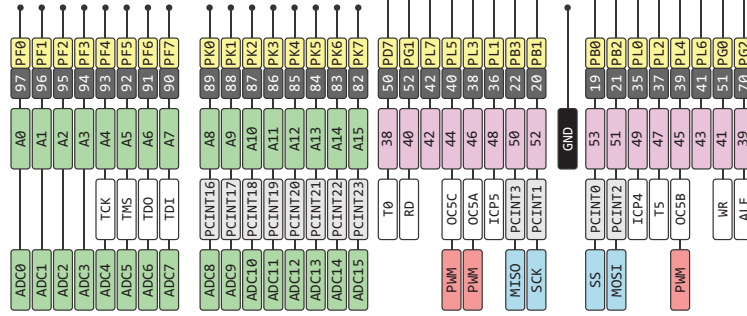
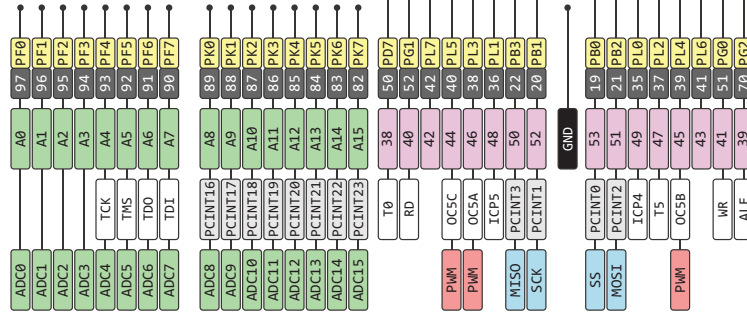
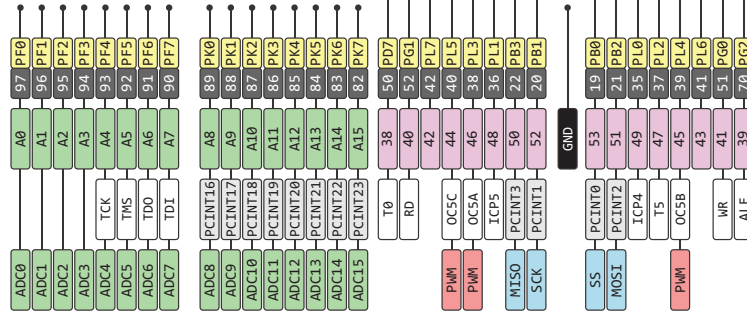
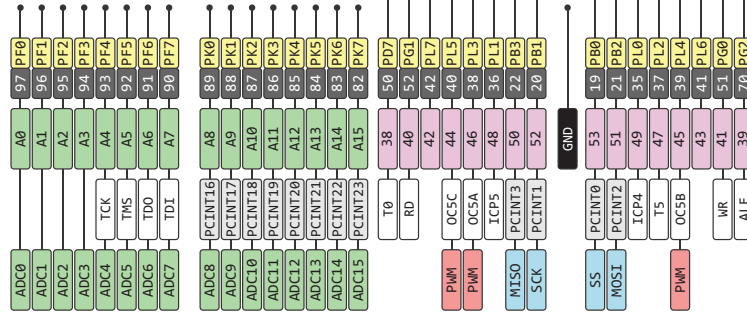
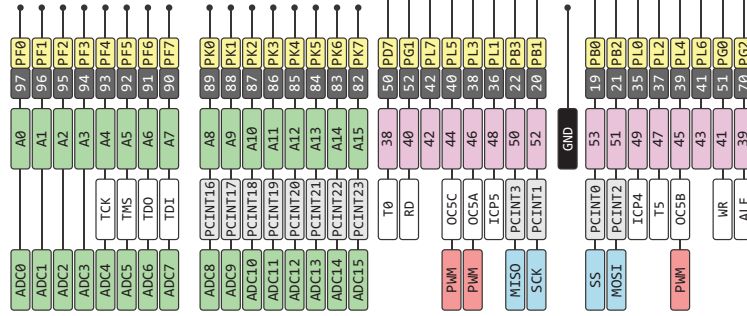
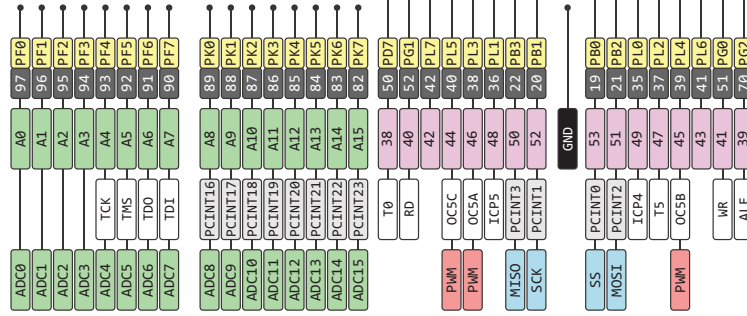
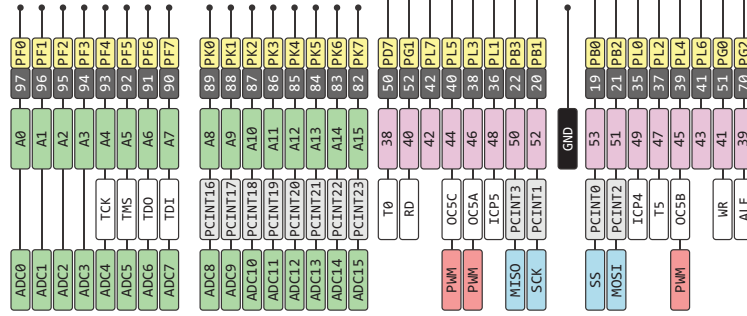
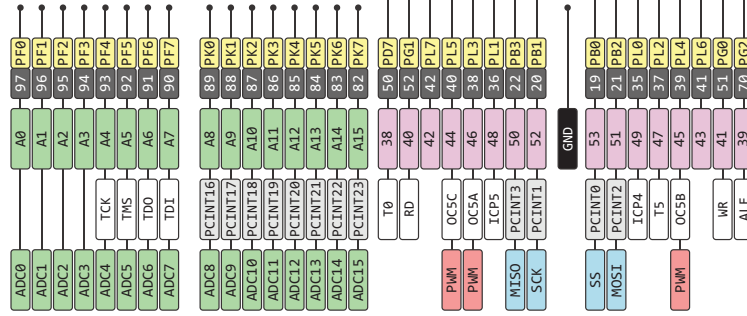
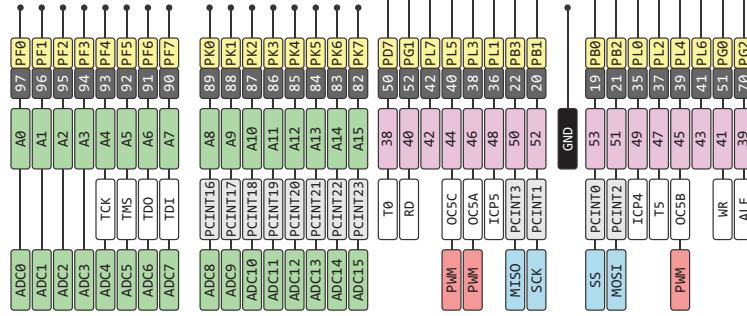
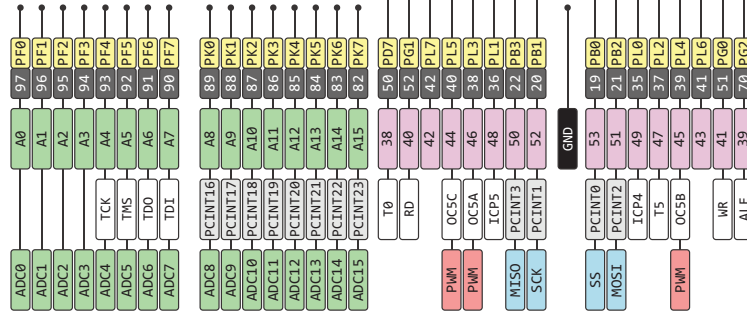
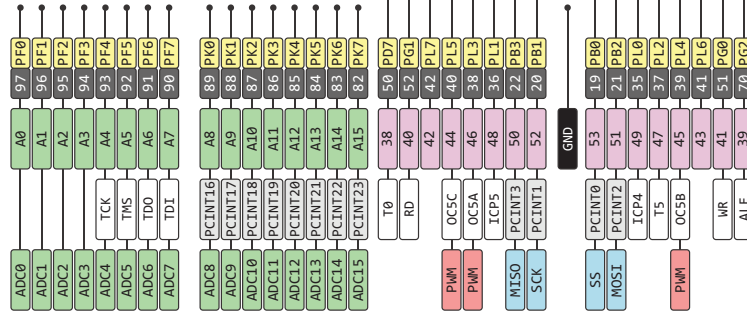
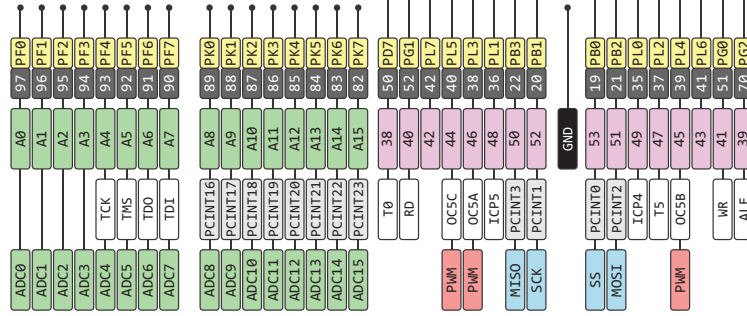
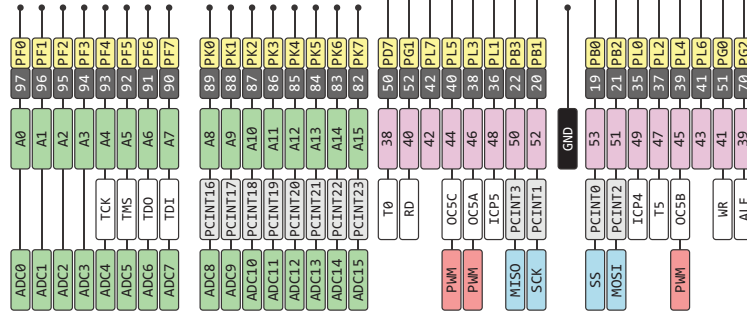
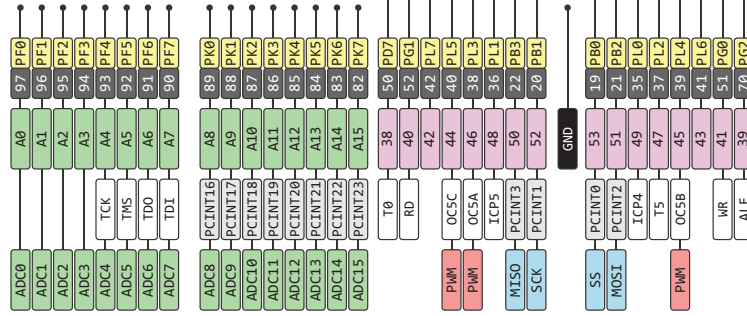
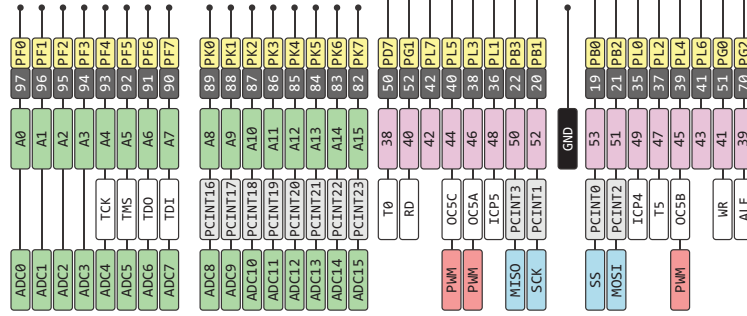
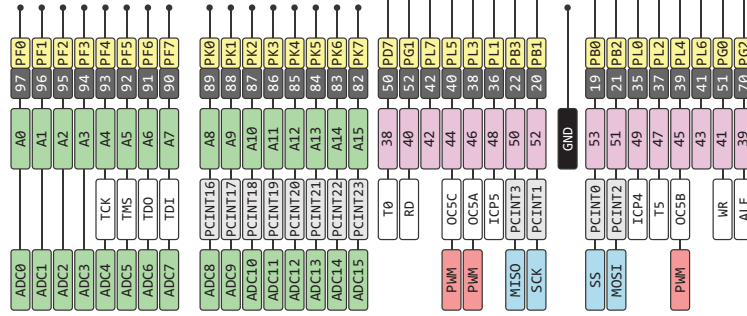
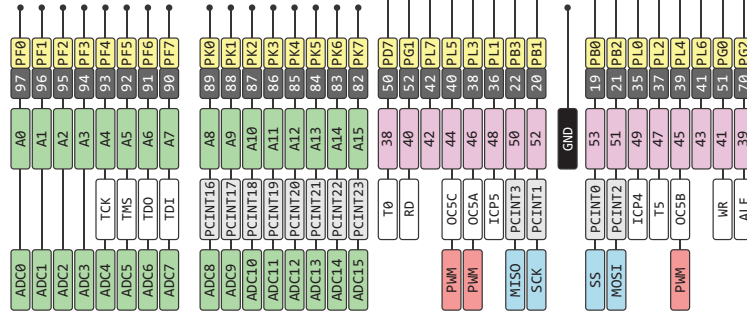
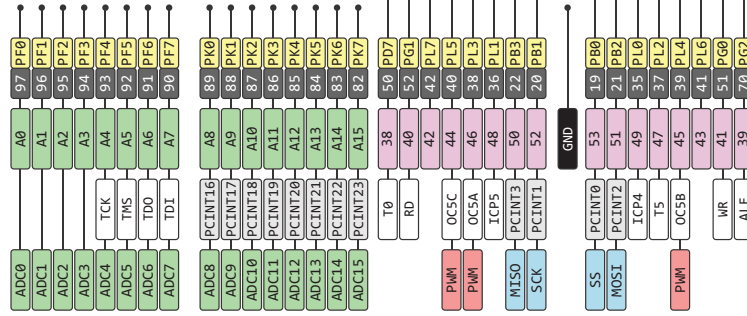
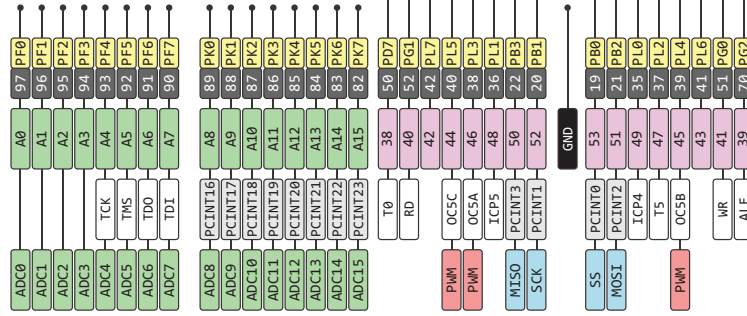
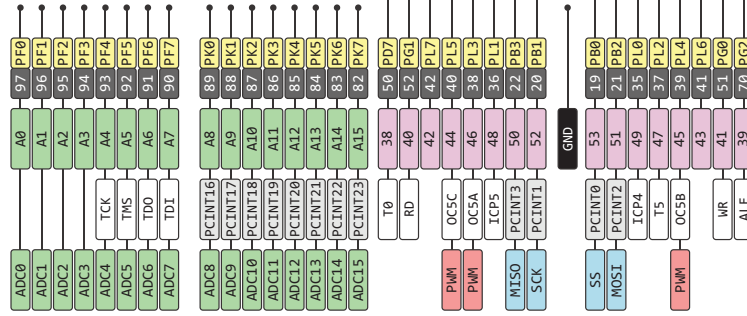
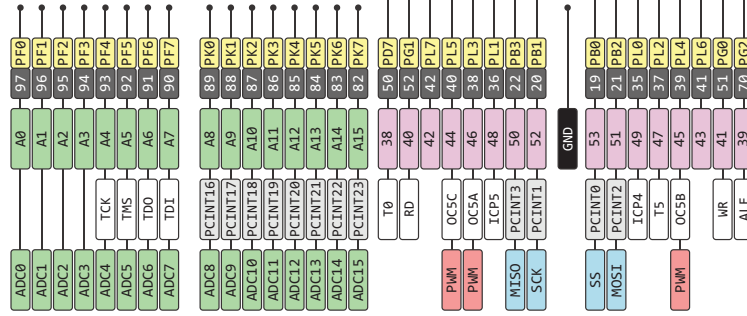
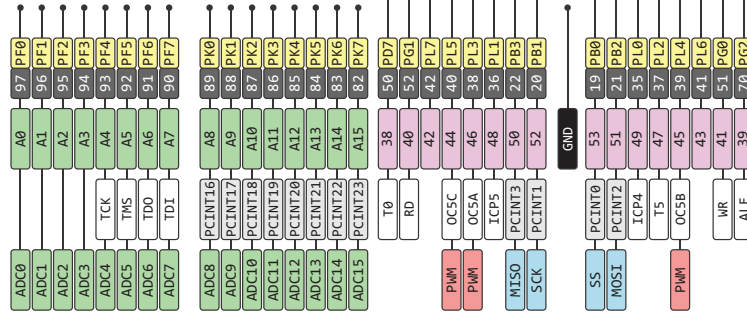
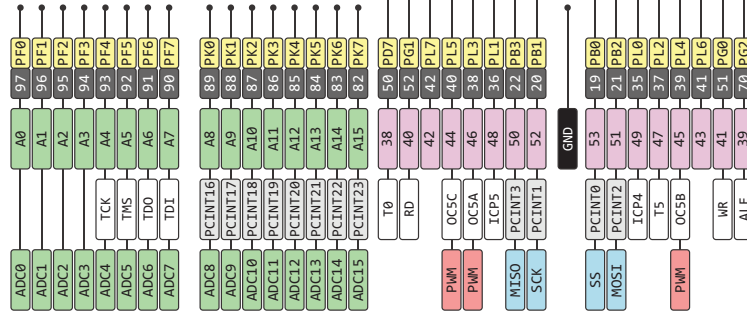
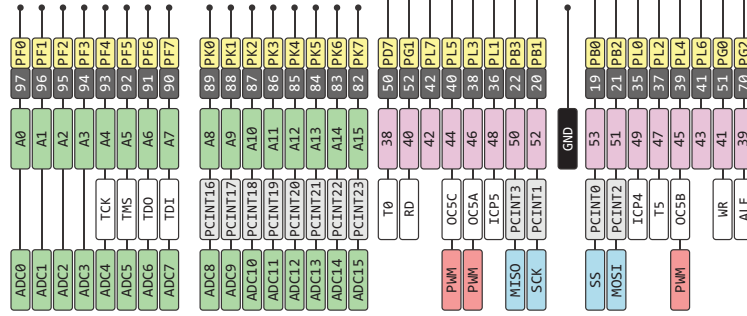
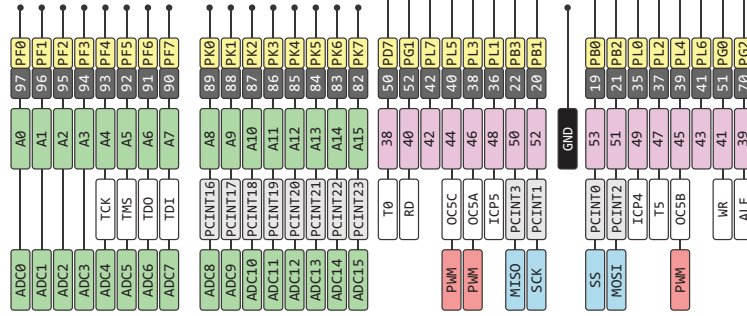
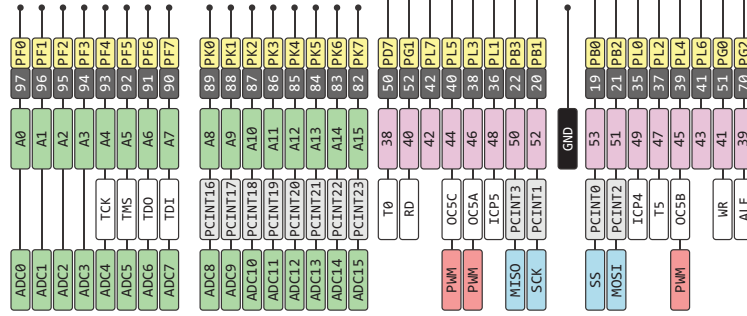
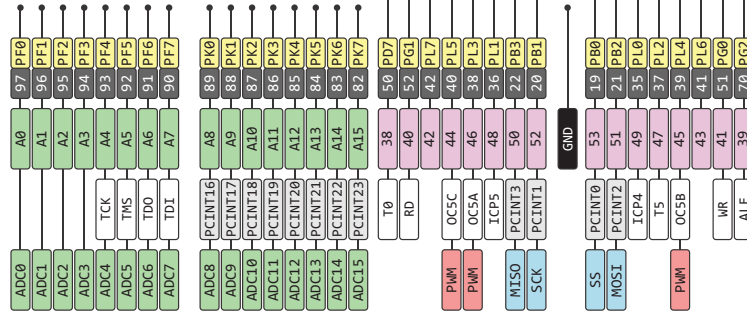
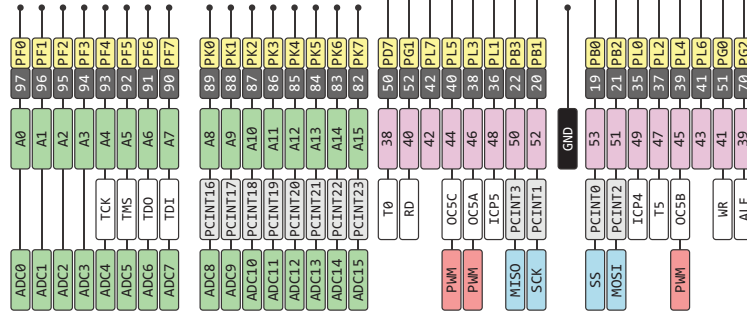
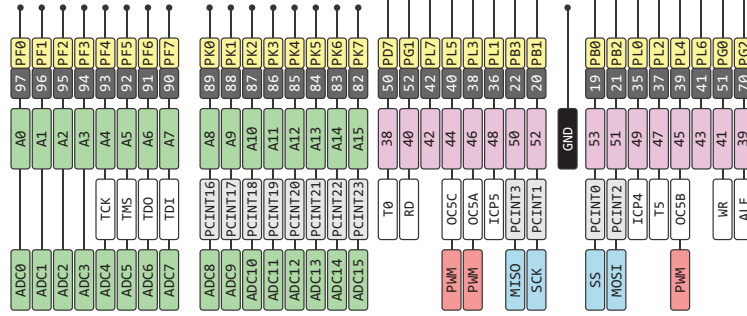
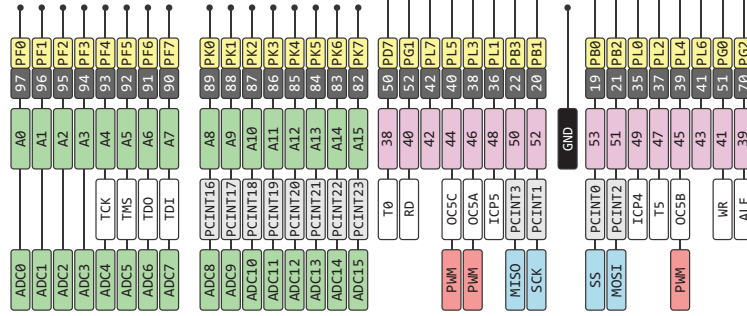
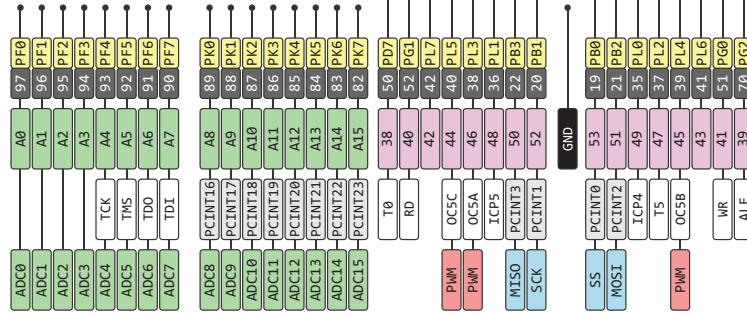
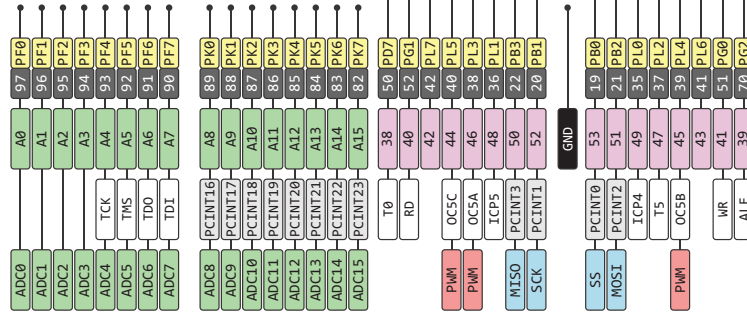
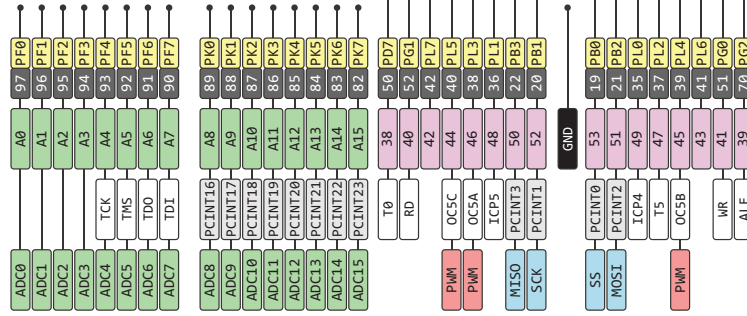
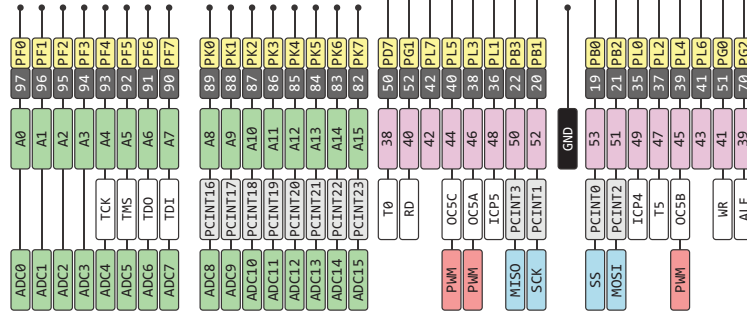
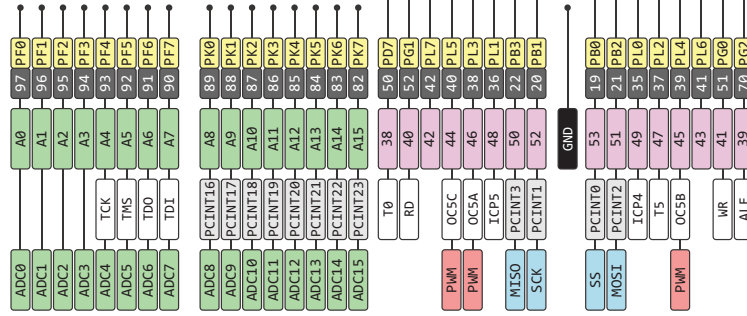
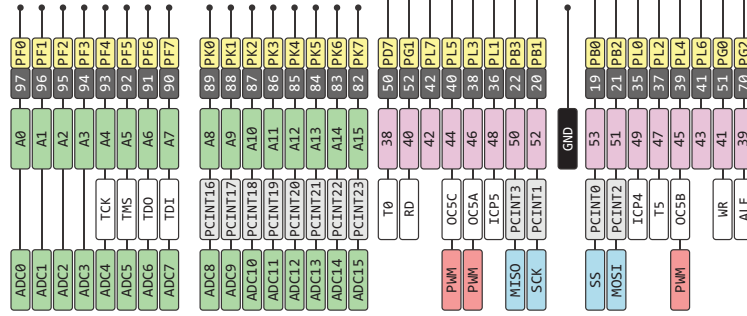
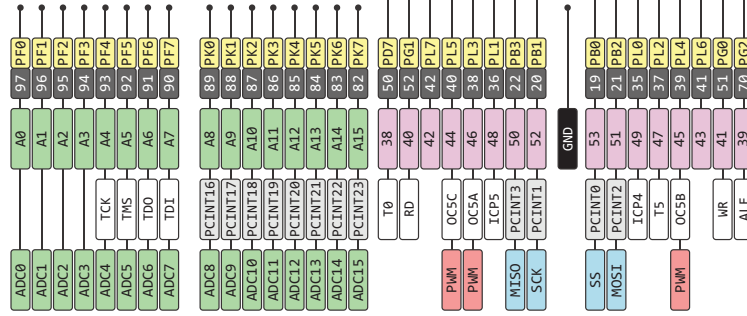
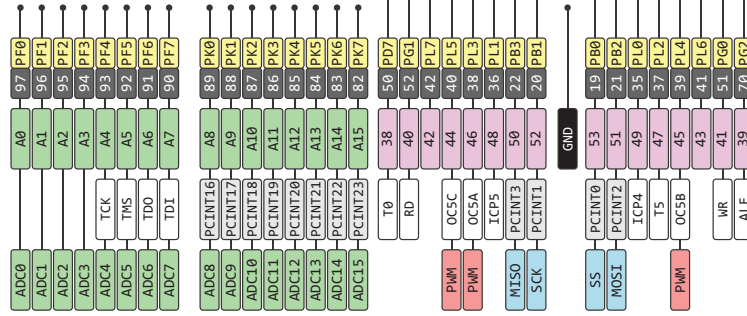
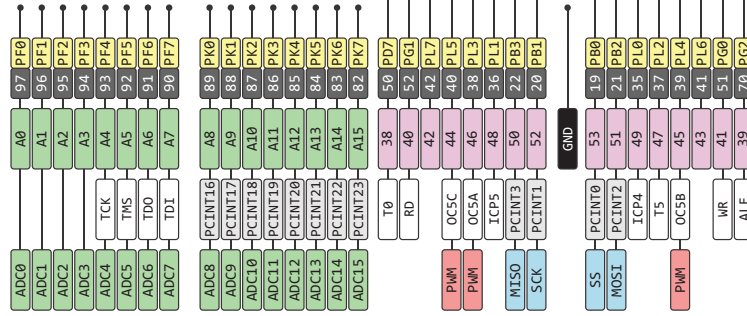
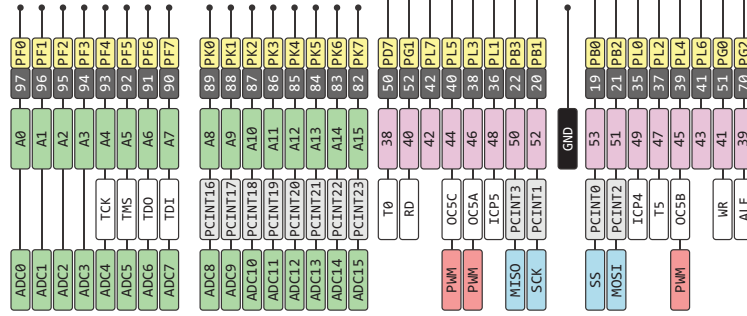
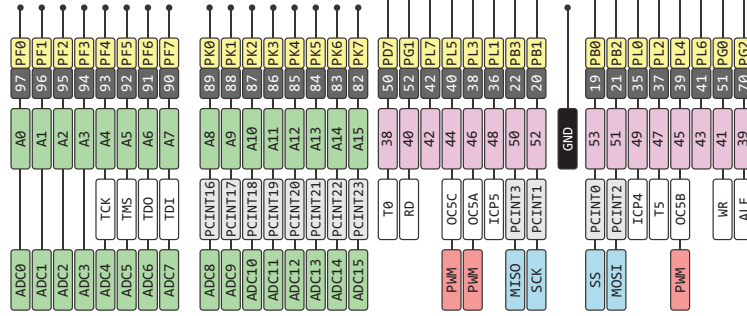
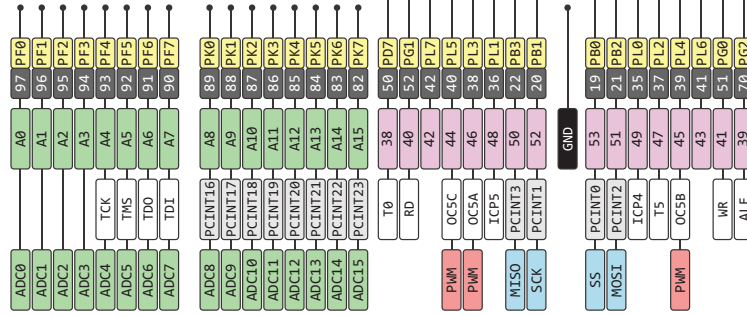
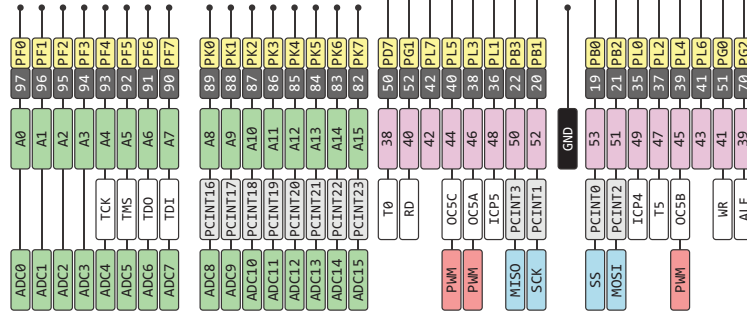
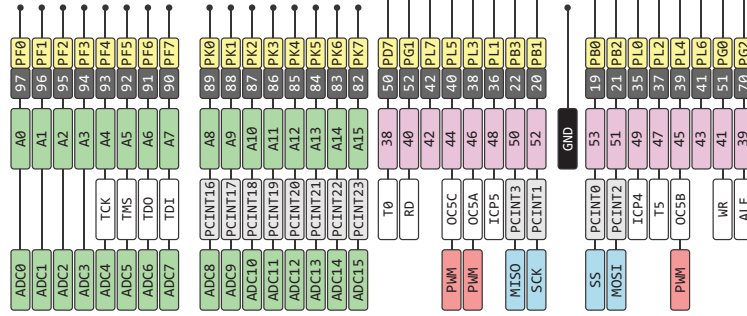
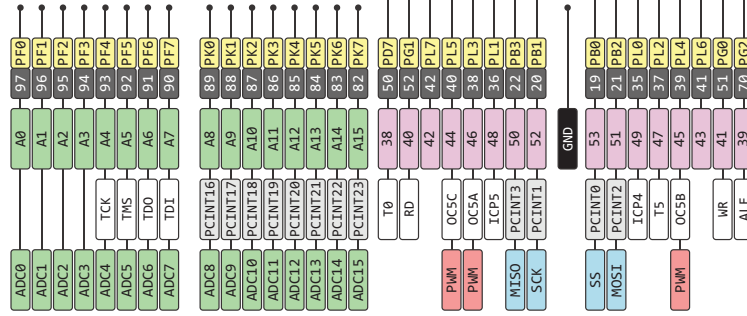
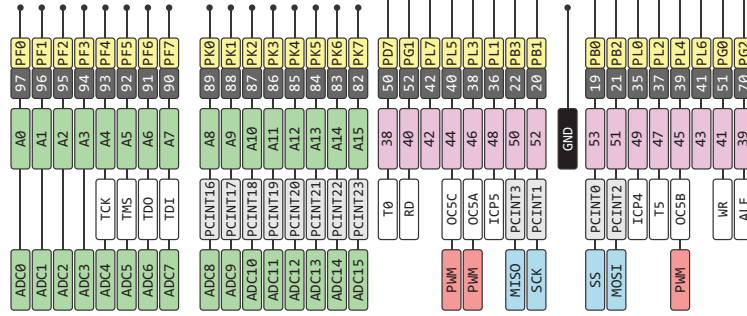
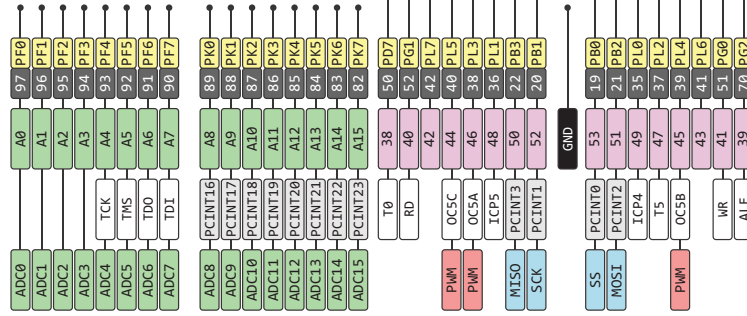
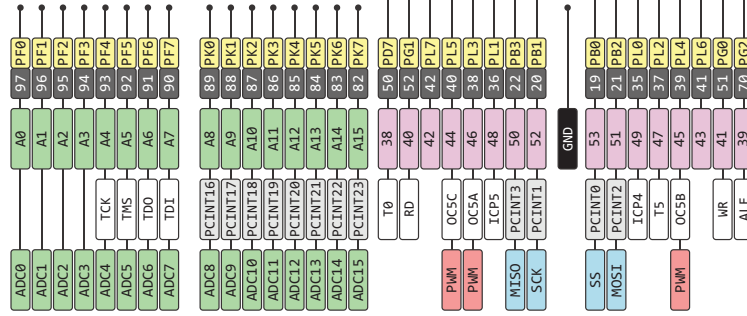
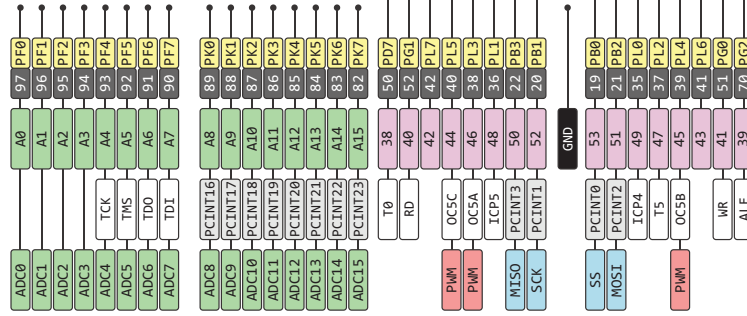
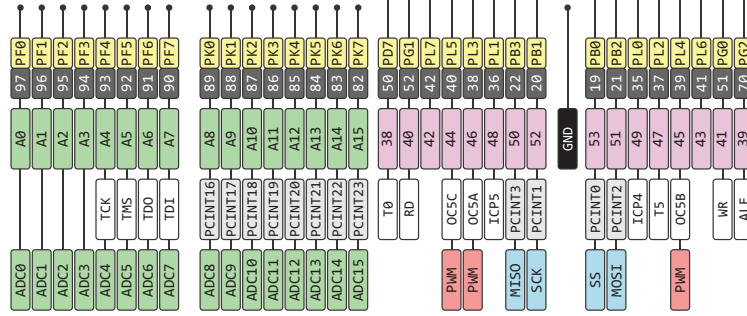
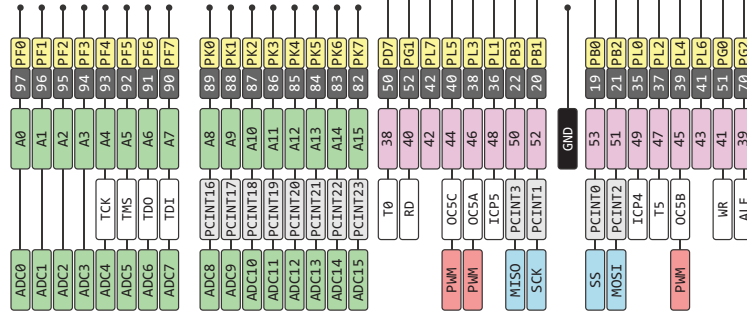
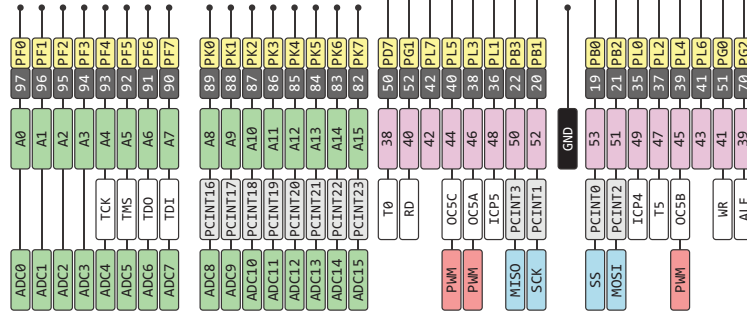


Cut to disable the auto-reset

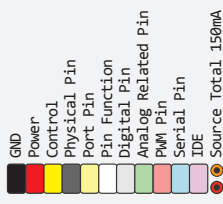
This provides a Logic reference voltage for shields that use it. It is connected to the 5V bus.



Connected to the ATmega and used for USB program



Absolute max per pin 40mA  
recommended 20mA  
Absolute max 200mA  
for entire package







## Apéndice J

# Hoja de descripción de pines Arduino UNO

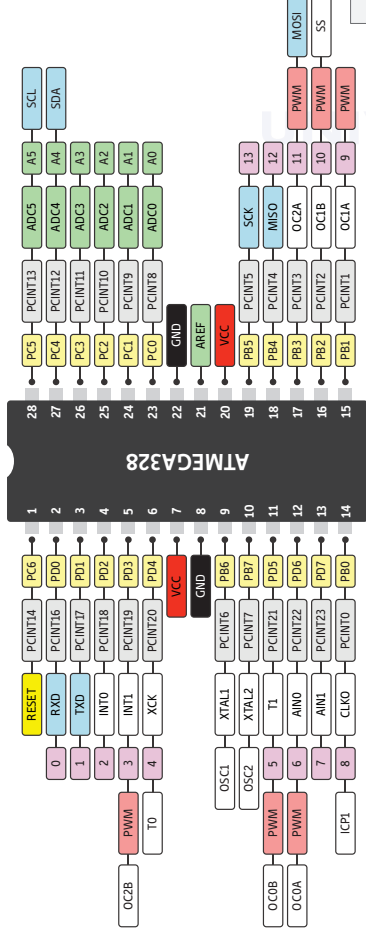


UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

# THE DEFINITIVE ARDUINO UNO PINOUT DIAGRAM

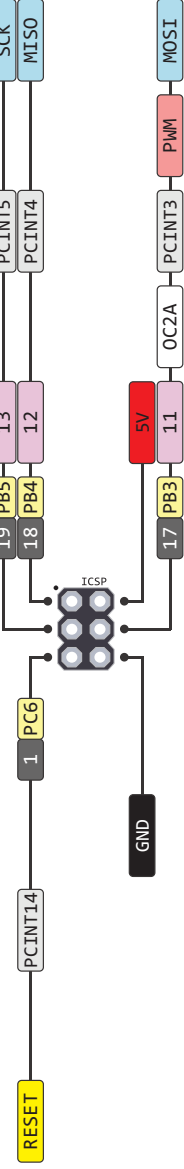
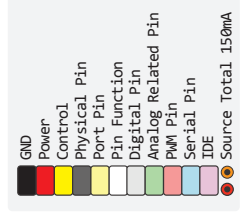
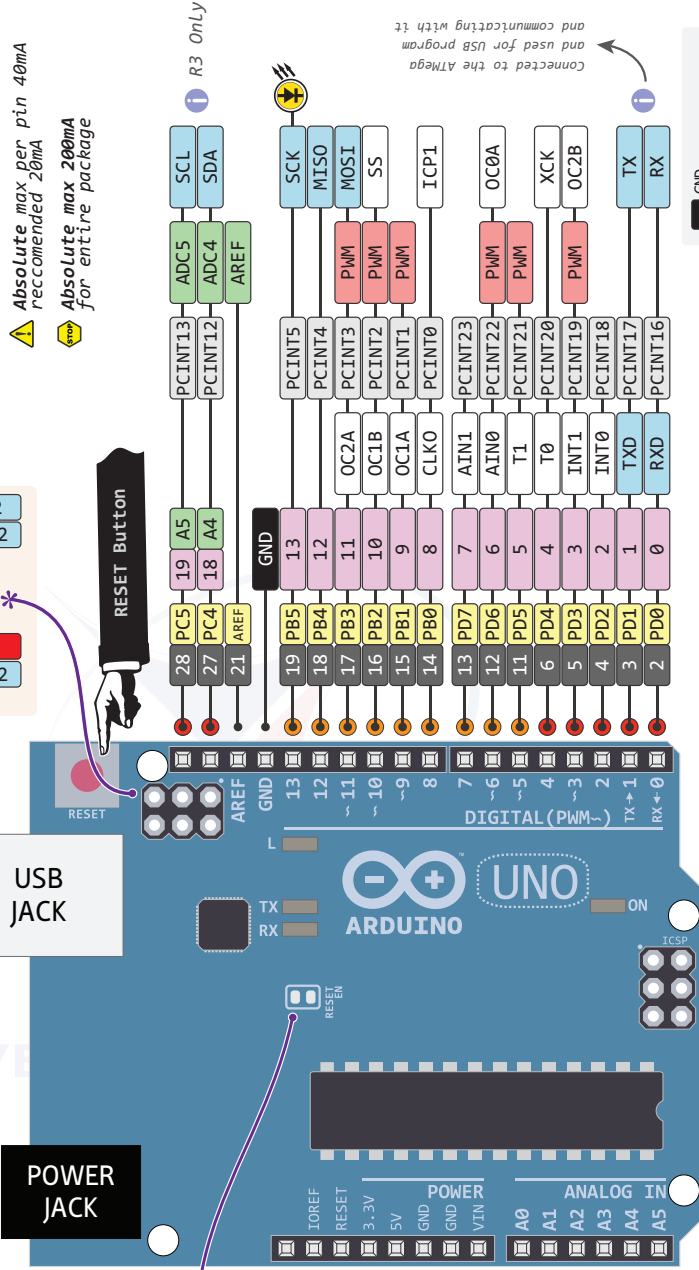
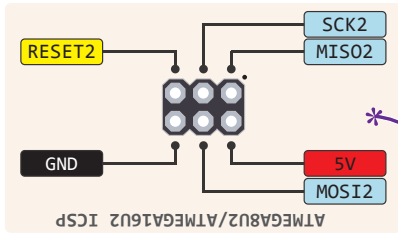
⚠ Absolute max per pin 40mA  
recommened 20mA

⚡ Absolute max 200mA  
for entire package



Cut to disable the auto-reset

This provides a Logic reference voltage for shields that use it. It is connected to the 5V bus.





## Apéndice K

# Hoja de datos Circuito Integrado Wiznet 5100



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

# W5100 Datasheet

Version 1.1.6



© 2008 WIZnet Co., Inc. All Rights Reserved.

For more information, visit our website at <http://www.wiznet.co.kr>

# W5100 Datasheet

The W5100 is a full-featured, single-chip Internet-enabled 10/100 Ethernet controller designed for embedded applications where ease of integration, stability, performance, area and system cost control are required. The W5100 has been designed to facilitate easy implementation of Internet connectivity without OS. The W5100 is IEEE 802.3 10BASE-T and 802.3u 100BASE-TX compliant.

The W5100 includes fully hardwired, market-proven TCP/IP stack and integrated Ethernet MAC & PHY. Hardwired TCP/IP stack supports TCP, UDP, IPv4, ICMP, ARP, IGMP and PPPoE which has been proven in various applications for several years. 16Kbytes internal buffer is included for data transmission. No need of consideration for handling Ethernet Controller, but simple socket programming is required.

For easy integration, three different interfaces like memory access way, called direct, indirect bus and SPI, are supported on the MCU side.

## Target Applications

The W5100 is well suited for many embedded applications, including:

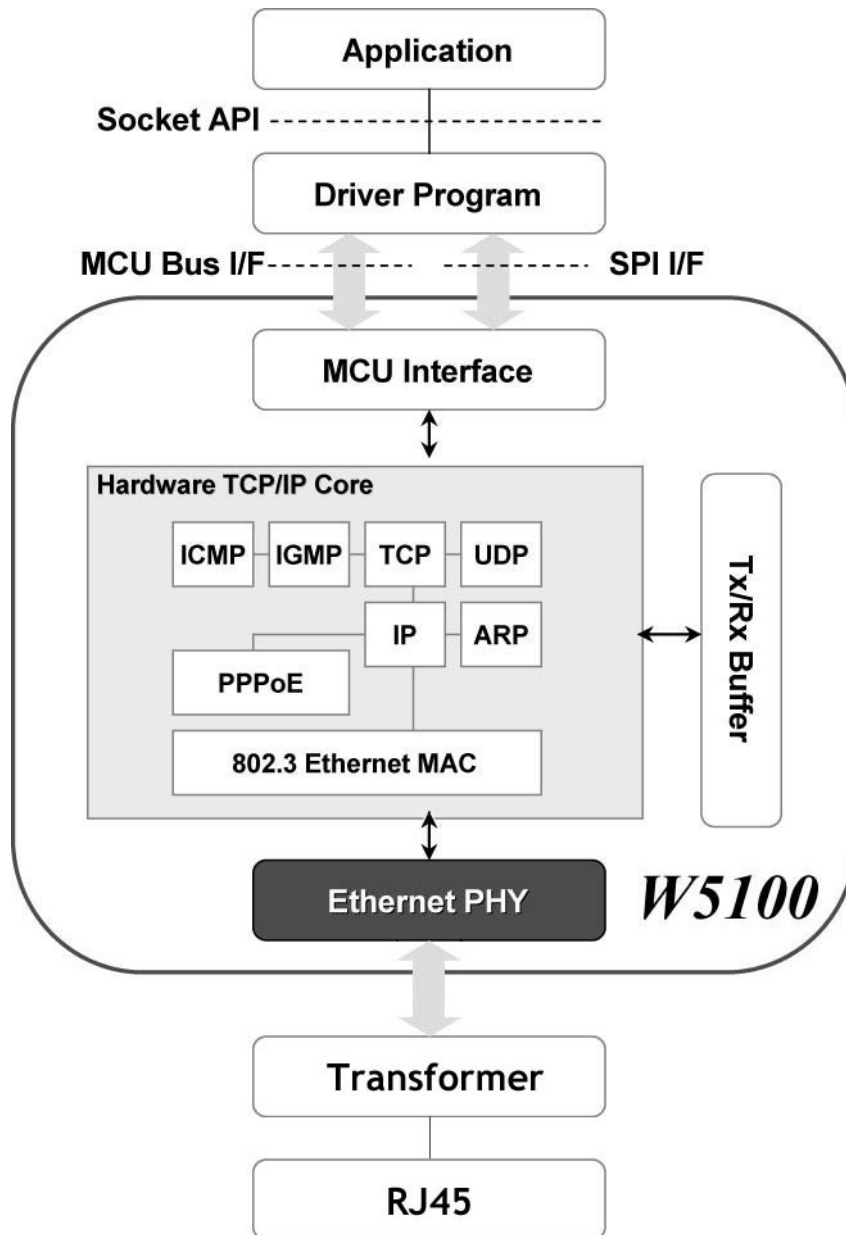
- Home Network Devices: Set-Top Boxes, PVRs, Digital Media Adapters
- Serial-to-Ethernet: Access Controls, LED displays, Wireless AP relays, etc.
- Parallel-to-Ethernet: POS / Mini Printers, Copiers
- USB-to-Ethernet: Storage Devices, Network Printers
- GPIO-to-Ethernet: Home Network Sensors
- Security Systems: DVRs, Network Cameras, Kiosks
- Factory and Building Automations
- Medical Monitoring Equipments
- Embedded Servers

## Features

- Support Hardwired TCP/IP Protocols : TCP, UDP, ICMP, IPv4 ARP, IGMP, PPPoE, Ethernet
- 10BaseT/100BaseTX Ethernet PHY embedded
- Support Auto Negotiation (Full-duplex and half duplex)
- Support Auto MDI/MDIX
- Support ADSL connection (with support PPPoE Protocol with PAP/CHAP Authentication mode)
- Supports 4 independent sockets simultaneously
- Not support IP Fragmentation
- Internal 16Kbytes Memory for Tx/Rx Buffers
- 0.18  $\mu$ m CMOS technology
- 3.3V operation with 5V I/O signal tolerance
- Small 80 Pin LQFP Package
- Lead-Free Package
- Support Serial Peripheral Interface(SPI MODE 0, 3)
- Multi-function LED outputs (TX, RX, Full/Half duplex, Collision, Link, Speed)

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
desde 1867

## Block Diagram





---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---





## Apéndice L

# Hoja de datos módulo NFC PN532



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

# ITEAD PN532 NFC Module

## Overview

ITEAD PN532 NFC module, as its name implies, is based on PN532 chip and used for 13.56MHz near field communication. The module is equipped with onboard antenna, thus no external antenna coil is needed. It is compatible with SPI, IIC and UART interface for communication. With NFC library support for Arduino and Raspberry Pi offered by us, it is quite convenient for development of products with NFC functions.

## Features

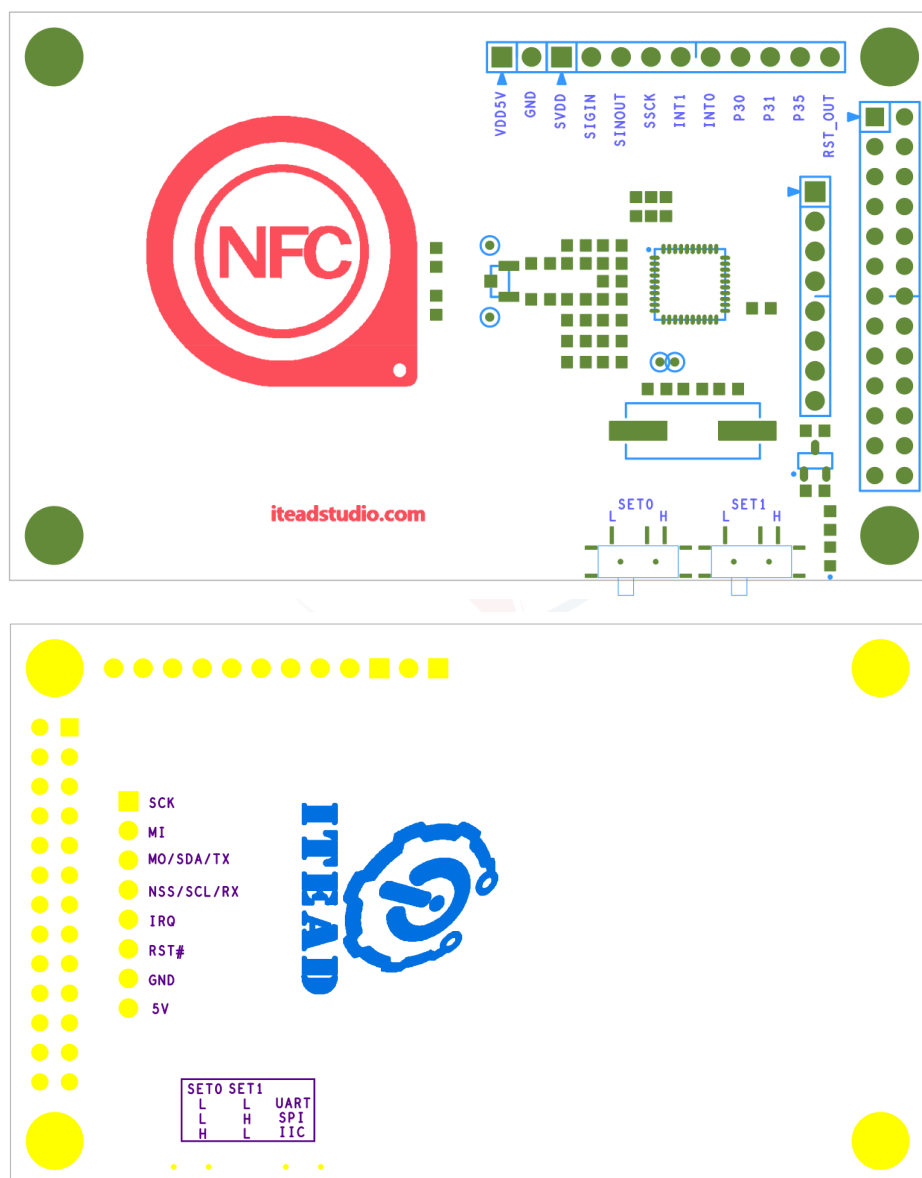
- Longest effective communication distance of 3 cm
- Supports switching of SPI, IIC and UART interface.
- Can be used for 13.56M non-contact communication
- Compatible with ISO14443 Type A and Type B standards

## Specifications:

IC	NXP PN532
Operating Voltage	3.3V
Power Supply Voltage(recommended)	3.3~5.5V
Max Supply Current	150mA
Working Current(Standby Mode)	100mA
Working Current(Write Mode)	120mA
Working Current(Read Mode)	120mA
Indicator	PWR
Interface	SPI Interface, Std Raspberry Pi 20pins Interface



## Hardware



There are two slide switches on the board for selection of interface mode:

	SET0	SET1
UART	L	L
SPI	L	H
IIC	H	L



---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---



## Apéndice M

# Especificaciones de mini impresora termal



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

### Feature:

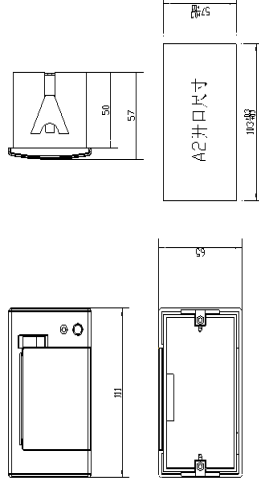
- ※ Smart appearance
- ※ Easy paper loading
- ※ Low noise thermal printing
- ※ Different interfaces optional
- ※ Front panel make paper replacement easily
- ※ Easily embedded to any kinds of instruments and meters

### Application:

- ◆ Oiling Machine print proposal
- ◆ Queue machine Print proposal
- ◆ Recording Meter print proposal
- ◆ Self-service Print proposal
- ◆ Ticket Machine print proposal
- ◆ Medical instrument print proposal
- ◆ Weight Machine Print proposal
- ◆ Electric Instrument Print proposal
- ◆ Test Instrument Print proposal

### Specification:

Print	Printing Method	Thermal Dot Line
	Printing Speed	50-80mm/s
	Resolution	8 dots/mm, 384 dots/line
Character	Effective Printing Width	48mm
	Character Set	ASCII, GB2312-80(Chinese)
	Print Font	ANK:5x7, Chinese: 12x24, 24x24
Paper Spec	Paper Type	Thermal paper
	Paper Width	57.5±0.5mm
	Paper Roll Diameter	Max: 39mm
Reliability	MCBF	5 million lines
Interface		Serial(RS-232, TTL), Parallel
Insert Depth		50mm
Power Supply (Adapter)		DC5V-9V
	Outline Dimension (WxDxH)	111x65x57mm
	Installation Port Size	103 x 57mm
Physical	Color	Beige/Black
	Operating Temp	5°C ~ 50°C
	Operating Humidity	10% ~ 80%
Environment	Storage Temp	-20°C ~ 60°C
	Storage Humidity	10% ~ 90%



**Model No.: A2 Micro Pannel Thermal Printer**



## Apéndice N

### Hoja de datos L298N



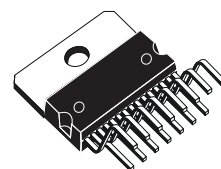
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

## DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

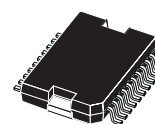
- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

### DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-



Multiwatt15

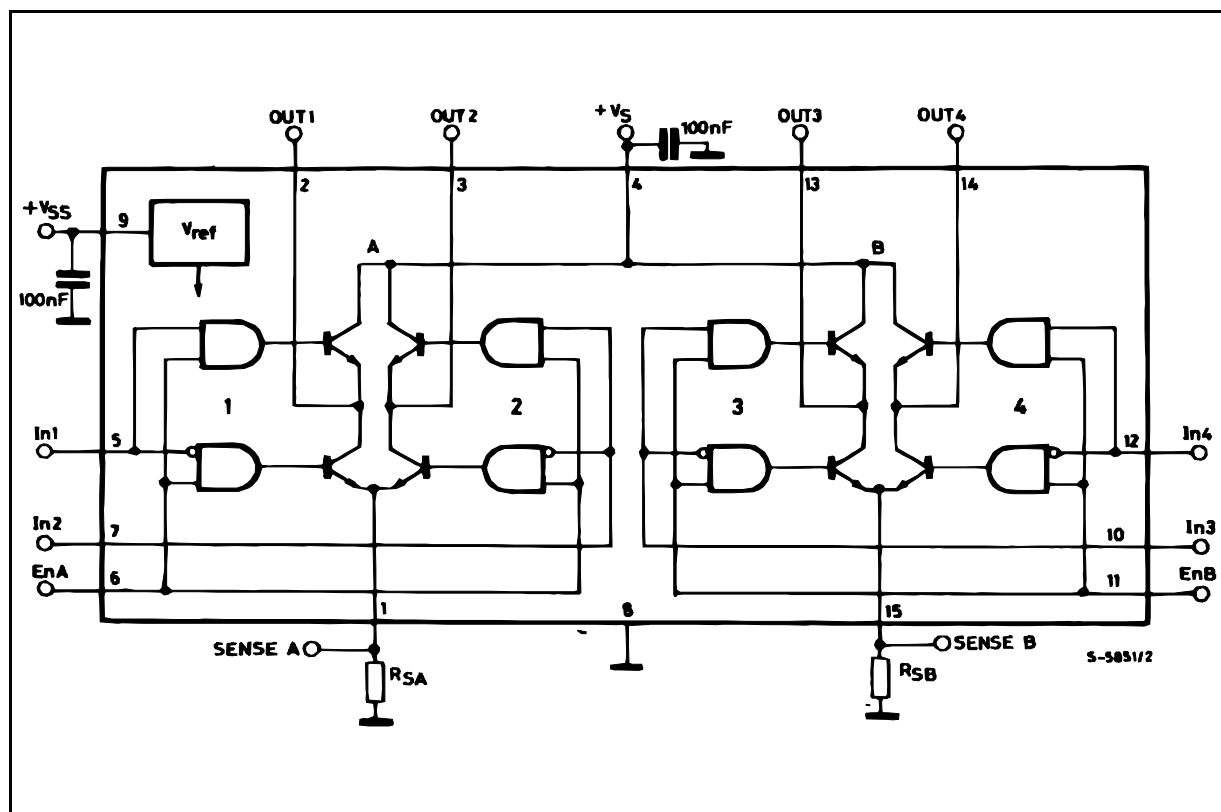


PowerSO20

**ORDERING NUMBERS :** L298N (Multiwatt Vert.)  
L298HN (Multiwatt Horiz.)  
L298P (PowerSO20)

nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

### BLOCK DIAGRAM

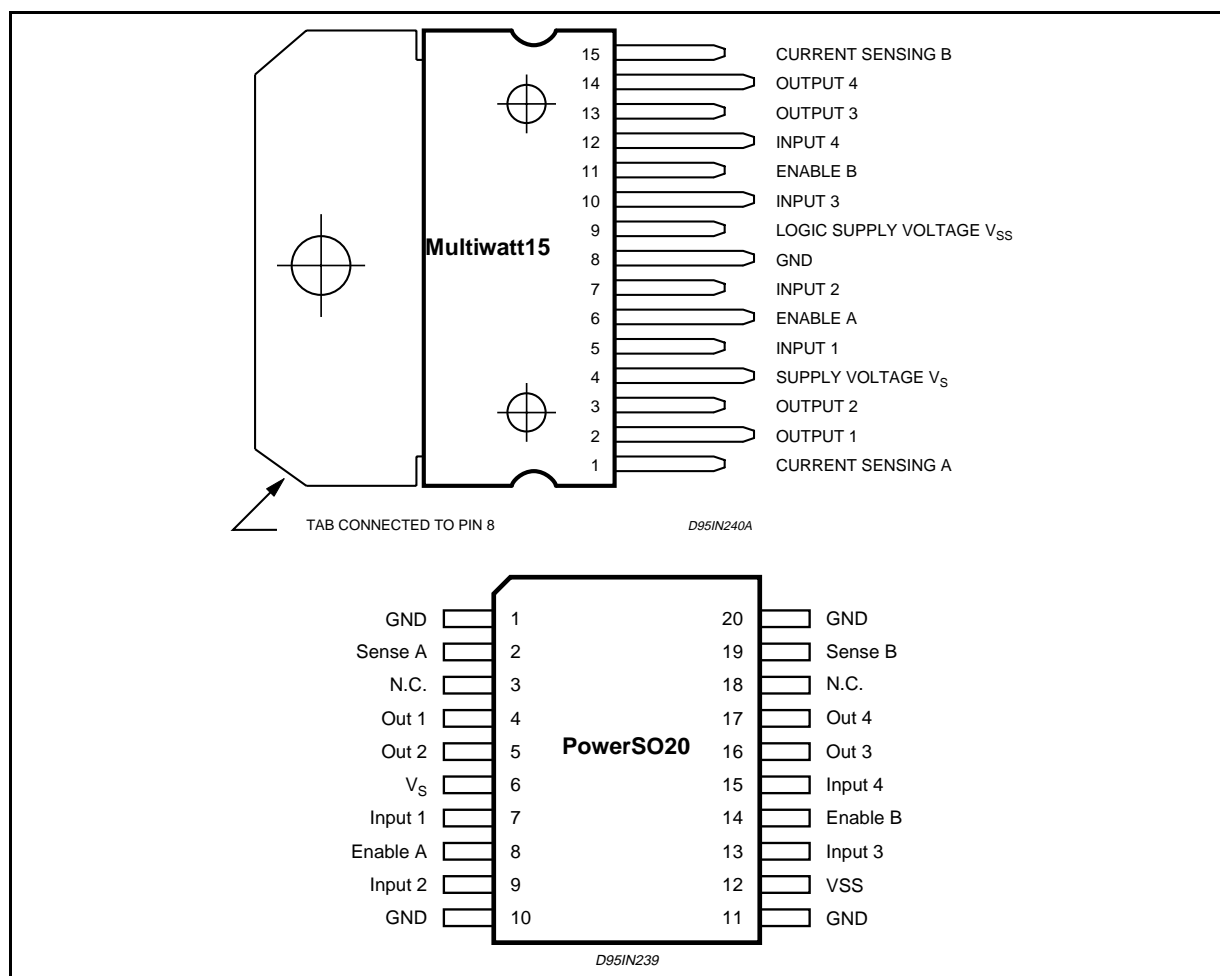




## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_S$	Power Supply	50	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage	7	V
$V_I, V_{en}$	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
$I_O$	Peak Output Current (each Channel)		
	– Non Repetitive ( $t = 100\mu s$ )	3	A
	– Repetitive (80% on –20% off; $t_{on} = 10ms$ )	2.5	A
	– DC Operation	2	A
$V_{sens}$	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
$P_{tot}$	Total Power Dissipation ( $T_{case} = 75^\circ C$ )	25	W
$T_{op}$	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
$T_{stg}, T_j$	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

## PIN CONNECTIONS (top view)



## THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max. –	3	$^\circ C/W$
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 13 (*)	35	$^\circ C/W$

(\*) Mounted on aluminum substrate

**PIN FUNCTIONS** (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V <sub>S</sub>	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	V <sub>SS</sub>	Supply Voltage for the Logic Blocks. A100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (V<sub>S</sub> = 42V; V<sub>SS</sub> = 5V, T<sub>j</sub> = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V <sub>S</sub>	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V <sub>IH</sub> +2.5		46	V
V <sub>SS</sub>	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I <sub>S</sub>	Quiescent Supply Current (pin 4)	V <sub>en</sub> = H; I <sub>L</sub> = 0 V <sub>i</sub> = L V <sub>i</sub> = H		13 50	22 70	mA mA
I <sub>SS</sub>	Quiescent Current from V <sub>SS</sub> (pin 9)	V <sub>en</sub> = L V <sub>en</sub> = H; I <sub>L</sub> = 0 V <sub>i</sub> = L V <sub>i</sub> = H V <sub>i</sub> = X		24 7	36 12 6	mA mA mA
V <sub>iL</sub>	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		–0.3		1.5	V
V <sub>iH</sub>	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V <sub>SS</sub>	V
I <sub>iL</sub>	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V <sub>i</sub> = L			–10	μA
I <sub>iH</sub>	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V <sub>i</sub> = H ≤ V <sub>SS</sub> –0.6V		30	100	μA
V <sub>en</sub> = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		–0.3		1.5	V
V <sub>en</sub> = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V <sub>SS</sub>	V
I <sub>en</sub> = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V <sub>en</sub> = L			–10	μA
I <sub>en</sub> = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V <sub>en</sub> = H ≤ V <sub>SS</sub> –0.6V		30	100	μA
V <sub>CEsat</sub> (H)	Source Saturation Voltage	I <sub>L</sub> = 1A I <sub>L</sub> = 2A	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
V <sub>CEsat</sub> (L)	Sink Saturation Voltage	I <sub>L</sub> = 1A (5) I <sub>L</sub> = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V <sub>CEsat</sub>	Total Drop	I <sub>L</sub> = 1A (5) I <sub>L</sub> = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V V
V <sub>sens</sub>	Sensing Voltage (pins 1, 15)		–1 (1)		2	V



## Apéndice Ñ

# Hoja de datos del sensor óptico de herradura EE-SX1137



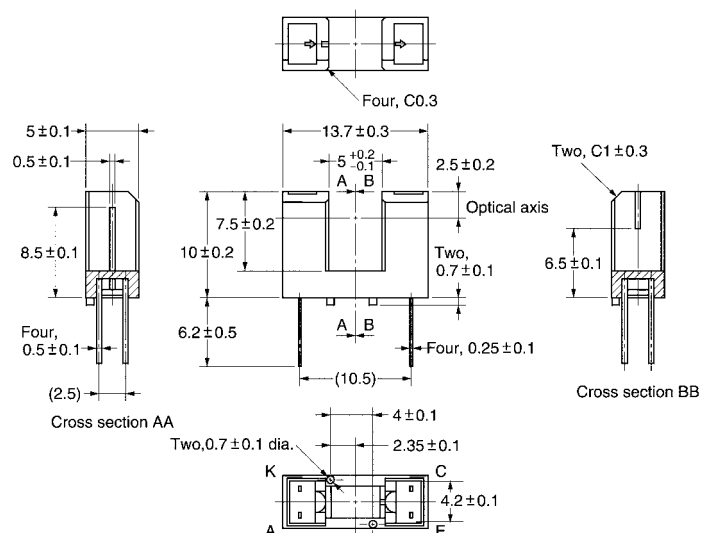
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

# Photomicrosensor (Transmissive) EE-SX1137

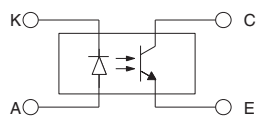
 Be sure to read *Precautions* on page 25.

## ■ Dimensions

**Note:** All units are in millimeters unless otherwise indicated.



### Internal Circuit



Unless otherwise specified, the tolerances are as shown below.

Terminal No.	Name
A	Anode
K	Cathode
C	Collector
E	Emitter

Dimensions	Tolerance
3 mm max.	$\pm 0.3$
$3 < \text{mm} \leq 6$	$\pm 0.375$
$6 < \text{mm} \leq 10$	$\pm 0.45$
$10 < \text{mm} \leq 18$	$\pm 0.55$
$18 < \text{mm} \leq 30$	$\pm 0.65$

## ■ Features

- General-purpose model with a 5-mm-wide slot.
- PCB mounting type.
- High resolution with a 0.5-mm-wide aperture.

### ■ Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Item		Symbol	Rated value
Emitter	Forward current	$I_F$	50 mA (see note 1)
	Pulse forward current	$I_{FP}$	1 A (see note 2)
	Reverse voltage	$V_R$	4 V
Detector	Collector–Emitter voltage	$V_{CEO}$	30 V
	Emitter–Collector voltage	$V_{ECO}$	---
	Collector current	$I_C$	20 mA
	Collector dissipation	$P_C$	100 mW (see note 1)
Ambient temperature	Operating	$T_{opr}$	–25°C to 85°C
	Storage	$T_{stg}$	–30°C to 100°C
Soldering temperature		$T_{sol}$	260°C (see note 3)

**Note: 1.** Refer to the temperature rating chart if the ambient temperature exceeds 25°C.

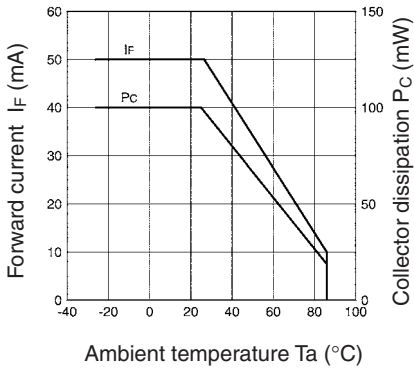
2. The pulse width is 10  $\mu$ s maximum with a frequency of 100 Hz.
3. Complete soldering within 10 seconds.

### ■ Electrical and Optical Characteristics (Ta = 25°C)

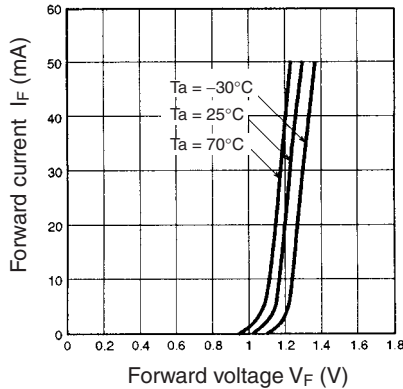
Item		Symbol	Value	Condition
Emitter	Forward voltage	$V_F$	1.2 V typ., 1.5 V max.	$I_F = 30 \text{ mA}$
	Reverse current	$I_R$	0.01 $\mu\text{A}$ typ., 10 $\mu\text{A}$ max.	$V_R = 4 \text{ V}$
	Peak emission wavelength	$\lambda_P$	940 nm typ.	$I_F = 20 \text{ mA}$
Detector	Light current	$I_L$	0.5 mA min., 14 mA max.	$I_F = 20 \text{ mA}$ , $V_{CE} = 10 \text{ V}$
	Dark current	$I_D$	2 nA typ., 200 nA max.	$V_{CE} = 10 \text{ V}$ , 0 $\ell\text{x}$
	Leakage current	$I_{LEAK}$	---	---
	Collector–Emitter saturated voltage	$V_{CE}(\text{sat})$	0.1 V typ., 0.4 V max.	$I_F = 20 \text{ mA}$ , $I_L = 0.1 \text{ mA}$
	Peak spectral sensitivity wavelength	$\lambda_P$	850 nm typ.	$V_{CE} = 10 \text{ V}$
Rising time		$t_r$	4 $\mu\text{s}$ typ.	$V_{CC} = 5 \text{ V}$ , $R_L = 100 \Omega$ , $I_L = 5 \text{ mA}$
Falling time		$t_f$	4 $\mu\text{s}$ typ.	$V_{CC} = 5 \text{ V}$ , $R_L = 100 \Omega$ , $I_L = 5 \text{ mA}$

# Engineering Data

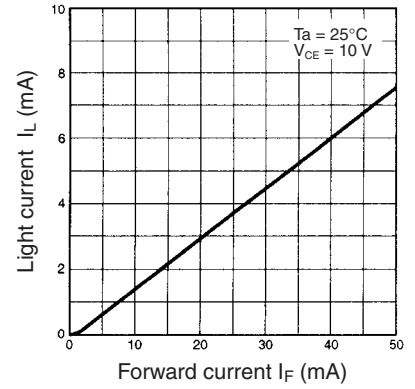
**Forward Current vs. Collector Dissipation Temperature Rating**



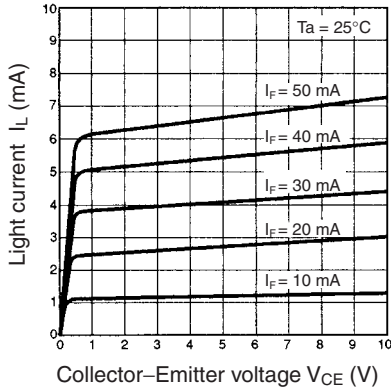
**Forward Current vs. Forward Voltage Characteristics (Typical)**



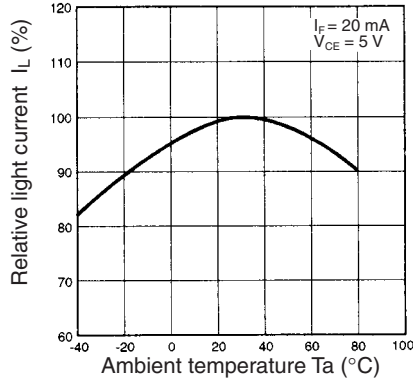
**Light Current vs. Forward Current Characteristics (Typical)**



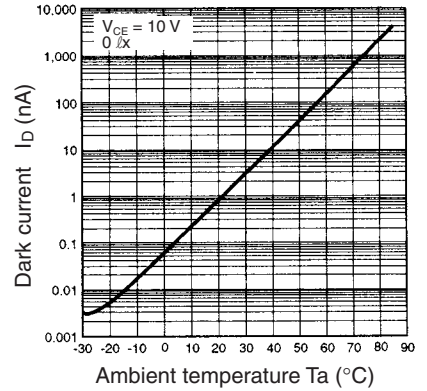
**Light Current vs. Collector-Emitter Voltage Characteristics (Typical)**



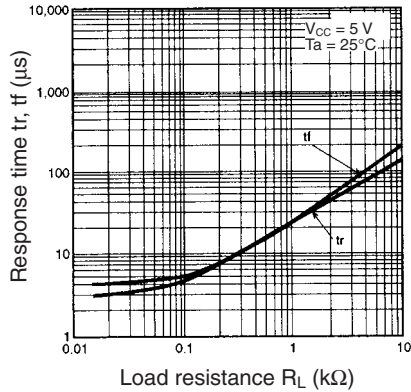
**Relative Light Current vs. Ambient Temperature Characteristics (Typical)**



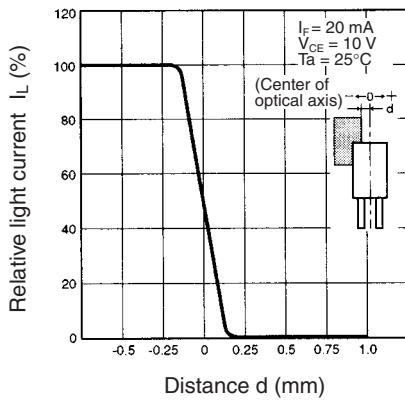
**Dark Current vs. Ambient Temperature Characteristics (Typical)**



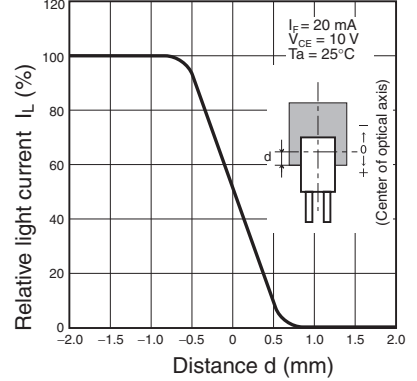
**Response Time vs. Load Resistance Characteristics (Typical)**



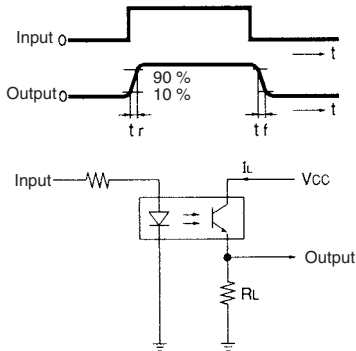
**Sensing Position Characteristics (Typical)**



**Sensing Position Characteristics (Typical)**



**Response Time Measurement Circuit**





---

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
*desde 1867*

---

## Bibliografía

- [1] Hong Zhang and Yuhui Qiu. Agent-based negotiation in e-commerce: state of the art. In *Proceedings of the 2005 International Conference on Active Media Technology, 2005. (AMT 2005).*, pages 233–238, May 2005.
- [2] Hsin-Hui Lin and Yi-Shun Wang. Predicting consumer intention to use mobile commerce in taiwan. In *International Conference on Mobile Business (ICMB'05)*, pages 406–412, July 2005.
- [3] Constantinos Coursaris, Khaled Hassanein, and Michael G Degroote. Understanding m-commerce: A consumer-centric model. 3, 01 2002.
- [4] Upkar Varshney and Ron Vetter. Mobile commerce: Framework, applications and networking support. *Mobile Networks and Applications*, 7(3):185–198, Jun 2002.
- [5] Rajnish Tiwari and Stephan Buse. The mobile commerce prospects: A strategic analysis of opportunities in the banking sector. 06 2007.
- [6] ISACA. Mobile payments: Risk, security and assurance issues. page 5, 11 2011.
- [7] W. M. To and L. S. L. Lai. Mobile banking and payment in china. *IT Professional*, 16(3):22–27, May 2014.
- [8] European Payments Council. White paper mobile payments. 05 2016.
- [9] Deloitte Consulting. Trends and prospects of mobile payment industry in china 2012-2015. 2012.
- [10] Sherali Téllez, Jesús; Zeadally. *Mobile Payment Systems: Secure Network Architectures and Protocols*. Springer Science and Business Media : Springer, 2017.
- [11] Thomas Lerner (auth.). *Mobile Payment*. Vieweg+Teubner Verlag, 1 edition, 2013.

- [12] G. Suddul, A. Soobul, U. Bahadoor, A. Ramdoyal, N. Doolhur, and M. Richomme. An open ussd enabler to simplify access to mobile services in emerging countries. In *2011 Fourth International Conference on Emerging Trends in Engineering Technology*, pages 323–326, Nov 2011.
- [13] European Telecommunications Standards Institute. Etsi ts 100 549: Digital cellular telecommunications system (phase 2+); unstructured supplementary service data (ussd) - stage 2 (gsm 03.90 version 7.0.0 release 1998). 08 1999.
- [14] European Telecommunications Standards Institute. Digital cellular telecommunications system; unstructured supplementary service data (ussd) - stage 1 (gsm 02.90). 03 1997.
- [15] S. Mohammadpour and F. Tafte. M-commerce: The state of the art, challenges, and cloud-based solutions. In *2016 Eighth International Conference on Information and Knowledge Technology (IKT)*, pages 66–77, Sept 2016.
- [16] N. Leavitt. Payment applications make e-commerce mobile. *Computer*, 43(12):19–22, Dec 2010.
- [17] S. Anthony Rahul and S. Bulomine Regi. Mobile commerce in modern business era. 2013.
- [18] Statista. Number of worldwide mobile payment users from 2009 to 2017 (in millions), 2013.
- [19] Statista. Mobile retail e-commerce sales in the united states from 2013 to 2021 (in billion u.s. dollars), 2017.
- [20] European Payments Council. Overview mobile payments initiatives. December 2014.
- [21] ITU. Global and regional ict data, 2017.
- [22] TIME. Donating by text: Haiti fundraising goes vira, 2010.
- [23] CNN. Donating to charity by text message: Lessons from haiti, 2012.
- [24] PWC. Mobile payment report-what costumers really want, 2017.
- [25] L. Mao and S. Chen. The growth of mobile payment and effect on consumption via cash and bankcard. In *2015 8th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*, pages 872–877, Oct 2015.





- [26] P. Y. Lin and Y. H. Chen. Qr code steganography with secret payload enhancement. In *2016 IEEE International Conference on Multimedia Expo Workshops (ICMEW)*, pages 1–5, July 2016.
- [27] International Organization for Standardization. Iso/iec 18004. information technology automatic-identification and data capture techniques-qr code bar code symbology specification. 06 2000.
- [28] Busra Ozdenizci Vedat Coskun, Kerem Ok. *Near Field Communication: From Theory to Practice*. Wiley, first edition, 2012.
- [29] Serge Miranda Anne-Marie Lesas. *The Art and Science of NFC Programming*. Intellectual Technologies Set Volume 3. Wiley-ISTE, 1 edition, 2017.
- [30] Michael Margolis. *Arduino Cookbook, 2nd Edition*. O'Reilly Media, 2 edition, 2012.
- [31] Adafruit Industries. Mini thermal receipt printer. 06 2016.
- [32] N. Kshetri and S. Acharya. Mobile payments in emerging markets. *IT Professional*, 14(4):9–13, July 2012.
- [33] Statista. Number of mobile payment users from 2009 to 2016, by region (in millions), 2012.
- [34] L. Antovski and M. Gusev. M-payments. In *Proceedings of the 25th International Conference on Information Technology Interfaces, 2003. ITI 2003.*, pages 95–100, June 2003.
- [35] N. S. S. Shobha, K. S. P. Aruna, M. D. P. Bhagyashree, and K. S. J. Sarita. Nfc and nfc payments: A review. In *2016 International Conference on ICT in Business Industry Government (ICTBIG)*, pages 1–7, Nov 2016.
- [36] Christian Bettstetter Christian Hartmann Jörg Eberspächer, Hans-Joerg Vogel. *GSM – Architecture, Protocols and Services*. Wiley, 3rd edition, 2009.
- [37] Jose Luis Gorrincho Monica Gorrincho. *Comunicaciones Móviles*. POLITEXT. Edicions UPC, 1 edition, 2002.
- [38] Brian Jepson Tom Igoe, Don Coleman. *Beginning NFC: Near Field Communication with Arduino, Android, and PhoneGap*. O'Reilly Media, 2014.



- [39] International Organization for Standardization. Iso/iec 28361. information technology-telecommunications and information exchange between systems-near field communication wired interface (nfc-wi). 10 2007.
- [40] European Telecommunications Standards Institute. Etsi ts 102 613: Smart cards; uicc - contactless front-end (clf) interface; part 1: Physical and data link layer characteristics(release 7). 09 2008.
- [41] Gwenaël Le Bodic. *Mobile Messaging Technologies and Services: SMS, EMS and MMS*. Wiley, 2 edition, 2005.
- [42] Martin Sauter. *From GSM to LTE-Advanced: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband*. Wiley, revised second edition edition, 2014.
- [43] European Telecommunications Standards Institute. Etsi ts 145 005: Digital cellular telecommunications system (phase 2+); radio transmission and reception (3gpp ts 45.005 version 12.3.0 release 12). 10 2014.
- [44] Arduino. Ethernet / ethernet 2 library.